



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad
en la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Cajas Ambrocio, Walter Saúl (ORCID: 0000-0002-0315-8925)

Del Águila Paredes, Ántero de Jesús (ORCID: 0000-0002-3914-4517)

ASESORA:

Mg. Egúsquiza Rodríguez, Margarita Jesús (ORCID: 0000-0001-9734-0244)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por darnos el don de la vida,
guiarnos en este camino y brindarnos
salud.

La presente tesis está dedicada a mis hijos Ayleem y Anthony, mi esposa Jessica por brindarme su amor y fortaleza.

Dedicado a nuestros compañeros, a pesar de las dificultades de la vida, llegaron hasta el final contra todo pronóstico.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios todo poderoso, a la Universidad César Vallejo por ser parte de nuestro desarrollo personal y profesional; a mi asesora Mgtr. Margarita Egúsqiza Rodríguez por su apoyo constante y compartir sus conocimientos para desarrollar una tesis.

A nuestros padres, familia que nos dieron todo el apoyo, para continuar y ser los profesionales que con mucho cariño y amor desearon para nosotros.

PÁGINA DEL JURADO



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Walter Saul CAJAS AMBROCIO identificado con DNI N.º 42900855, Antero de Jesús DEL ÁGUILA PAREDES identificado con N.º DNI: 44372105, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2019.

 _____ FIRMA DNI: 44372105	 _____ FIRMA DNI: 42900855
--	---

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos Previos.....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	21
1.3.1. Teorías relacionadas a variable dependiente: Productividad.....	21
1.3.2. Teorías relacionadas a variable independiente: Mantenimiento.....	26
1.4. Formulación del problema.....	33
1.4.1. Problema General.....	33
1.4.2. Problemas Específicos.....	33
1.5. Justificación del estudio.....	33
1.6. Hipótesis.....	34
1.6.1. Hipótesis General.....	34
1.6.2. Hipótesis Específicos.....	34
1.7. Objetivos de la Investigación.....	34
1.7.1. Objetivo General.....	34
1.7.2. Objetivos Específicos.....	35
II. MÉTODO.....	36
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	36
2.1.1 Tipo de investigación.....	36
2.2 Variables y operacionalización.....	36
2.2.1 Variable independiente: Mantenimiento preventivo.....	36
2.2.2 Variable dependiente: Productividad.....	37

2.3	Población y muestra.....	40
2.3.1	Criterios de selección.....	40
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	40
2.4.1	Técnicas	40
2.4.2	Instrumentos	40
2.4.3	Validez.....	42
2.4.4	Confiabilidad	43
2.5	Métodos de análisis de datos.....	43
2.6	Aspectos éticos.....	43
2.7	Desarrollo de la propuesta	43
2.7.1	Descripción de la empresa.....	43
2.7.2	Base legal.....	44
2.7.3	Plataforma estratégica.....	45
2.7.4	Objeto de estudio	48
2.7.5	Pre-test	59
2.7.6	Propuesta de mejora.....	74
2.7.6.2	Cronograma de la implementación de la mejora	78
2.7.7	Ejecución de la propuesta.....	80
2.7.7	Resultados de la implementación	92
2.7.9	Análisis económico financiero	109
III.	RESULTADOS	118
3.1	Análisis descriptivo	119
3.1.1	Variable independiente: Mantenimiento preventivo	119
3.1.2.	Variable dependiente: Productividad.....	121
3.2	Análisis inferencial	124
3.2.1	Análisis de la hipótesis general	124
3.2.2	Hipótesis Específicas	126
IV.	DISCUSIÓN.....	131
V.	CONCLUSIONES	134
VI.	RECOMENDACIONES	136

REFERENCIAS	138
ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas que afectan a la productividad mayo - junio 2019	7
Tabla 2. Matriz de correlación de problemas	10
Tabla 3. Cuadro de tabulación de datos.....	11
Tabla 4. Estratificación de las causas por áreas.....	13
Tabla 5. Puntuación de la estratificación de las causas por áreas.....	13
Tabla 6. Alternativas de solución	15
Tabla 7. Herramientas de solución	15
Tabla 8. Grado de valoración	15
Tabla 9. Matriz de priorización con las causas a resolver	16
Tabla 10. Matriz de Coherencia	35
Tabla 11. Matriz de operacionalización de las variables	39
Tabla 12. Ficha de reporte de producción	41
Tabla 13. Indicador de medición de productividad	41
Tabla 14. Ficha de fallas	42
Tabla 15. Indicador de medición de mantenimiento	42
Tabla 16. Máquinas del proceso de molienda y tamizado.....	51
Tabla 17. Capacidad de la planta.....	56
Tabla 18. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de abril	59
Tabla 19. Historial de paradas no programadas de máquinas en molienda y tamizado mayo y junio	60
Tabla 20. Historial de frecuencias de paradas no programadas de mayo y junio del 2019.	61
Tabla 21. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de mayo	62
Tabla 22. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de junio	62
Tabla 23. Historial de producción del mes de mayo	64
Tabla 24. Historial de producción del mes de junio	65
Tabla 25. Eficiencia actual del proceso de molinería y tamizado a partir de horas máquina.	66
Tabla 26. Eficacia actual del proceso de molienda y tamizado.....	67
Tabla 27. Productividad actual del proceso de molinería y tamizado	68
Tabla 28. Indicadores de productividad de los equipos de molienda y tamizado	69
Tabla 29. Disponibilidad de las máquinas.....	69
Tabla 30. Confiabilidad de las máquinas	70

Tabla 31. Indicadores de mantenimiento.....	70
Tabla 32. Índice de disponibilidad y confiabilidad actual	71
Tabla 33. Fallas constantes en un mismo equipo de los meses mayo y junio.	72
Tabla 34. Cantidad de paradas no programadas de mayo y junio del 2019	73
Tabla 35. Alternativas de solución para las principales causas	75
Tabla 36. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento preventivo	77
Tabla 37. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento preventivo	78
Tabla 38. Recursos utilizados durante la investigación.....	79
Tabla 39. Presupuesto de la investigación.....	80
Tabla 40. Ficha de fallas en las máquinas de molienda y tamizado	82
Tabla 41. Código de proceso	83
Tabla 42. Código por ser máquina/equipo.....	83
Tabla 43. Codificación de máquinas	83
Tabla 44. Inventario de máquinas del proceso de molienda y tamizado	84
Tabla 45. Ficha técnica de los bancos de molienda.....	85
Tabla 46. Creación de un plan de mantenimiento preventivo Trimestral.....	86
Tabla 47. Creación de un plan de mantenimiento preventivo semestral	86
Tabla 48. Creación de un plan de mantenimiento preventivo anual.....	87
Tabla 49. Procedimientos de engrase	88
Tabla 50. Requerimiento de materiales	89
Tabla 51. Costo de producción mes de mayo pre-test 2019	91
Tabla 52. Costo de producción del mes de junio pre-test 2019.....	92
Tabla 53. Promedio costo de un kilogramo de producción pre-test	92
Tabla 54. Historial de producción del mes de setiembre.....	93
Tabla 55. Historial de producción del mes de octubre	94
Tabla 56. Historial de paradas no programadas de setiembre y octubre de molienda y tamizado pos-test.....	95
Tabla 57. Historial de paradas no programadas de setiembre y octubre del 2019	95
Tabla 58. Horas de paradas del mes de setiembre	97
Tabla 59. Horas de paradas del mes de octubre	97
Tabla 60. Eficiencia en el proceso de molienda y tamizado a partir de horas máquina.....	98
Tabla 61. Eficacia en el proceso de molienda y tamizado.....	99
Tabla 62. Productividad en el proceso de molienda y tamizado	100

Tabla 63. Confiabilidad en el proceso de molienda y tamizado.....	102
Tabla 64. . Disponibilidad en las máquinas en el proceso de molienda y tamizado	103
Tabla 65. . Indicadores de mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado	104
Tabla 66. Resumen del porcentaje de la mejora del pre-test y el post-test.....	105
Tabla 67. Costo de producción del mes de setiembre post-test 2019.....	107
Tabla 68. Costo de producción del mes de octubre post-test 2019	108
Tabla 69. Promedio costo de un kilogramo de producción pos-test.....	108
Tabla 70. Costos de implementación de mantenimiento preventivo.....	109
Tabla 71. Costo de recursos humanos para el mantenimiento preventivo	110
Tabla 72. Presupuesto total de la implementación	110
Tabla 73. Costos de sostenimiento de Mantenimiento Preventivo.....	110
Tabla 74. Margen de contribución del mes de mayo 2019.....	111
Tabla 75. Margen de contribución del mes de junio 2019	112
Tabla 76. Margen de contribución del mes de setiembre	113
Tabla 77. Margen de contribución del mes de octubre.....	114
Tabla 78. Cálculo del margen de contribución.....	115
Tabla 79. Datos previos para el cálculo del VAN Y TIR.....	116
Tabla 80. Cálculo de Valor Actual Neto(VAN) y la Tasa Interna de Retorno(TIR)	116
Tabla 81. Confiabilidad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo	119
Tabla 82. Disponibilidad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo	120
Tabla 83. Eficiencia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo	121
Tabla 84. Eficacia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo	122
Tabla 85. Productividad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo	123
Tabla 86. Tipos de muestra	124
Tabla 87. Prueba de normalidad de la productividad	124
Tabla 88. Criterio de selección del estadígrafo	125
Tabla 89. Contrastación de la hipótesis general con la prueba T-Student.....	125
Tabla 90. Prueba de normalidad de la eficiencia antes y después	126

Tabla 91. Contrastación de la hipótesis específica de eficiencia con la prueba de T-Student	127
Tabla 92. Prueba de normalidad dimensión de la eficacia	128
Tabla 93. Criterio de selección del estadígrafo	128
Tabla 94. Contrastación de la hipótesis específica de eficacia con la prueba Wilconxon	129
Tabla 95. Análisis de significancia de eficiencia con Wilconxon	129

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Oferta y demanda de cereales.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Producción, utilización y existencias de cereales.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Producción, consumo y stocks finales de trigo a nivel mundial.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 4. Importación de harina de trigo 2018.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 5. Importación de harina de trigo por empresas peruanas los demás 2018.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 6. Importación de trigo 2018.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 7. Situación actual de la empresa en el segundo trimestre del año 2019.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 8. Diagrama de Ishikawa en el proceso de molinería Agroindustria Santa María SAC.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso de molinería.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 10. Diagrama de Pareto.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 11. Matriz de estratificación.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 12. Ubicación de la empresa agroindustria Santa María SAC.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 13. Logo de la empresa agroindustria Santa María SAC.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 14. Organigrama de la empresa Agroindustria Santa María SAC.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 15. Diagrama de flujo del objeto de estudio.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 16. DOP del proceso de molinería (Niebel y Freivalds, 2014).</i>	<i>50</i>
<i>Figura 17. Bancos de molienda en el proceso de molienda y tamizado.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 18. Esquema de simbología de plancifter en proceso de molienda y tamizado.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 19. Pasajes de seis salidas del plancifter</i>	<i>53</i>
<i>Figura 20. Diagrama de pasajes de seis salidas de un plancifter</i>	<i>54</i>
<i>Figura 21. Sasor de molienda y tamizado.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 22. Terminadora de harina en proceso de molienda y tamizado.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 23. Pulidora de trigo.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 24. Estructura de mangas de filtro.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 25. Mangas de filtro parte interna.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 26. Diagrama de flujo en la etapa de trituración de trigo.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 27. Diagrama de flujo en la etapa de reducción y compresión de trigo.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 28. Número de paradas por semana en mes de abril</i>	<i>59</i>
<i>Figura 29. % de motivos de paradas de los meses de mayo y junio.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 30. Paradas por semana en mes de mayo.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 31. Paradas por semana en mes de junio.</i>	<i>63</i>

<i>Figura 32.</i> DOP del proceso de mantenimiento correctivo	63
<i>Figura 33.</i> Producción del mes de mayo.....	65
<i>Figura 34.</i> Producción del mes de junio.....	66
<i>Figura 35.</i> Producción actual de Agroindustria Santa María SAC.	68
<i>Figura 36.</i> Indicadores de mantenimiento correctivo pre test.....	71
<i>Figura 37.</i> % de motivo de paradas no programadas de los meses de mayo y junio.	74
<i>Figura 38.</i> DOP del proceso de Mantenimiento Preventivo	76
<i>Figura 39.</i> Diapositiva de sensibilización.	81
<i>Figura 40.</i> Orden de trabajo	89
<i>Figura 41.</i> Inducción del personal en el plan de mantenimiento preventivo.	90
<i>Figura 42.</i> Producción del mes de setiembre	94
<i>Figura 43.</i> Producción del mes de octubre.....	95
<i>Figura 44.</i> % de motivo de paradas no programadas de los meses de setiembre y octubre.	96
<i>Figura 45.</i> Paradas del mes de setiembre	97
<i>Figura 46.</i> Paradas del mes de octubre.....	98
<i>Figura 47.</i> Resumen de eficiencia antes y después en el proceso de molienda y tamizado.	99
<i>Figura 48 .</i> Resumen de eficacia antes y después del proceso de molienda y tamizado... 100	
<i>Figura 49.</i> Resumen de productividad antes y después en el proceso de molienda y tamizado.	101
<i>Figura 50.</i> Productividad del proceso de molienda y tamizado.	101
<i>Figura 51.</i> Resumen de confiabilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo.	102
<i>Figura 52.</i> Resumen de disponibilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado.	103
<i>Figura 53.</i> Indicador de mantenimiento preventivo en proceso de molienda y tamizado. 105	
<i>Figura 54.</i> Resumen general de las dimensiones.	106
<i>Figura 55.</i> Costo de producción por kilogramo de harina inicial y final	109
<i>Figura 56.</i> Confiabilidad antes y después.	119
<i>Figura 57.</i> Disponibilidad antes y después.	120
<i>Figura 58.</i> Eficiencia antes y después	121
<i>Figura 59.</i> Eficacia antes y después	122

<i>Figura 60.</i> Productividad antes y después.....	123
--	-----

RESUMEN

El presente desarrollo del proyecto de investigación, es realizado bajo la particularidad de tesis, de manera que implementar el plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molienda y tamizado de la empresa Agroindustria Santa María SAC., Independencia, 2019.

El modelo usado pertenece a un estudio del tipo aplicado, con un enfoque cuantitativo. Asimismo, su nivel es explicativo, porque busca aclarar las causas y sus efectos de implementar un plan de mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo. Del mismo modo su diseño es cuasi experimental.

Justificado ya que el problema principal de la empresa Agroindustria Santa María SAC., en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo se centra en la baja productividad, la población analizada será la productividad en periodos comprendidos de nueve semanas, esta será medida antes y después de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y los resultados de la productividad en toneladas de harina. Por consiguiente, la investigación es de diseño cuasi experimental porque la muestra será igual que la población.

Como se nombra líneas arriba el problema principal de la presente investigación es la baja productividad en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC., por diversos factores, los más destacados son la planificación inadecuada para realizar el plan de mantenimiento, paradas no programadas de las máquinas y equipos, múltiples fallas de un mismo equipo, personal técnico carece de capacitaciones, y el exceso de tiempos al realizar el mantenimiento correctivo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación comprueban que la muestra analizada es significativa y por ende la productividad en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC., aumento en 20.25%, debido a que se implementó el plan de mantenimiento preventivo.

Al final, se acepta la hipótesis de la investigación con una significancia de la prueba de normalidad 0.000, demostrando que los datos ingresados provienen de una muestra representativa. Por consiguiente, se valida el aumento de la productividad en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC., en consecuencia, de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, productividad, eficiencia, eficacia, disponibilidad, confiabilidad.

ABSTRACT

The present development of the research project is carried out under the particularity of thesis, so that implementing the preventive maintenance plan improves productivity in the milling and screening process of the company Agroindustria Santa María SAC., Independencia, 2019.

The model used belongs to a study of the applied type, with a quantitative approach. Likewise, its level is explanatory, because it seeks to clarify the causes and effects of implementing a preventive maintenance plan in the wheat flour milling and screening process. In the same way, its design is quasi experimental.

Justified since the main problem of the company Agroindustria Santa María SAC., In the process of milling and sieving wheat flour focuses on low productivity, the population analyzed will be productivity in periods of nine weeks, this will be measured before and after the implementation of a preventive maintenance plan and the productivity results in tons of flour. Consequently, the research is of quasi-experimental design because the sample will be the same as the population.

As mentioned above, the main problem of this research is the low productivity in the wheat flour milling and sieving process in the company Agroindustria Santa María SAC. Due to various factors, the most prominent are the inadequate planning for carry out the maintenance plan, unscheduled shutdowns of the machines and equipment, multiple failures of the same equipment, technical personnel lacks training, and excess times when performing corrective maintenance.

The results obtained in this research prove that the analyzed sample is significant and therefore the productivity in the wheat flour milling and sieving process in the company Agroindustria Santa María SAC., Increase in 20.25%, due to the implementation of the preventive maintenance plan.

In the end, the research hypothesis is accepted with a significance of the normality test 0.000, showing that the data entered comes from a representative sample. Consequently, the increase in productivity in the wheat flour milling and sieving process is validated at the Agroindustria Santa María SAC company. Consequently, having implemented the preventive maintenance plan.

Keywords: Preventive maintenance, productivity, efficiency, effectiveness, availability, reliability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

- **Ámbito internacional**

Las empresas manufactureras tienen mayor nivel de exigencias en los estándares de calidad, ya que los consumidores requieren productos de mejor calidad para el bienestar de sus familias. La producción mundial de trigo para el ciclo 2018-2019 debería ser menor al de su récord del año precedente, a causa de una menor cosecha de trigo en Rusia, la producción mundial de trigo debería alcanzar los 747.8 millones de toneladas contra 758.4 millones del periodo 2017-2018, según el informe mensual del Departamento de Agricultura sobre la oferta y la demanda mundial agrícola.

Mercado mundial de trigo						
	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19 Estimación	2019/20 pronóstico	
					Anterior (04 Jul. 2019)	Actual (05 sept. 2019)
	(.....millones de toneladas)					
Producción 1/	736.7	761.3	759.3	730.7	770.8	766.9
Suministros 2/	965.1	1004	1023.1	1014.1	1037.4	1034.6
Utilización	716.9	736.5	738.1	746.9	758.4	760.1
Comercio 3/	167.1	176.8	176.9	168.1	173.8	173.2
Existencias al final del ejercicio 4/	242.7	263.5	283.4	267.7	278.5	273.6
Relación mundial existencias - utilización	33	35.7	37.9	35.2	36.2	35.5
Relación existencias - desaparición en los principales exportadores 5/	18	19.8	20.8	17.1	18.7	16.4

Figura 1. Oferta y demanda de cereales

Fuente: FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

En cambio, en Rusia la cosecha tendría una disminución de 13 millones de toneladas. La competencia de trigo Ruso en el mercado mundial se atenúa, mientras se espera que las exportaciones europeas suban a 29 millones de toneladas contra los 24 millones de 2017-

2018. A pesar de que pueda complicarse la cosecha de trigo en invierno en los Estados Unidos, las exportaciones deberán permanecer bastante estables en torno a los 25 millones de toneladas por la contracción de venta de trigo del mayor exportador del mundo, la federación de Rusia se ubica en 32.5 millones de toneladas menos que en 2018/2019, debido a la disminución de las disponibilidades para realizar exportaciones, disminuyendo 6 toneladas, Australia en -2 toneladas y Ucrania en 1tonelada y otros países de Latinoamérica que sufrieron las exportaciones en el año 2018 fueron: Colombia, México, Reino Unido y Tanzania. (Sánchez-Sánchez, 2019). Todo esto debido a las condiciones climáticas adversas que provocaron la sequía en algunos países y constantes lluvias prolongadas en otros, las cuales abrumaron a miles de cultivos.



Figura 2. Producción, utilización y existencias de cereales.

Fuente: FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Por otra parte, la utilización mundial de trigo se da en el incremento del consumo como alimento y se prevé que tendrá un aumento del 3.7% en el uso total del trigo (C., 2018).

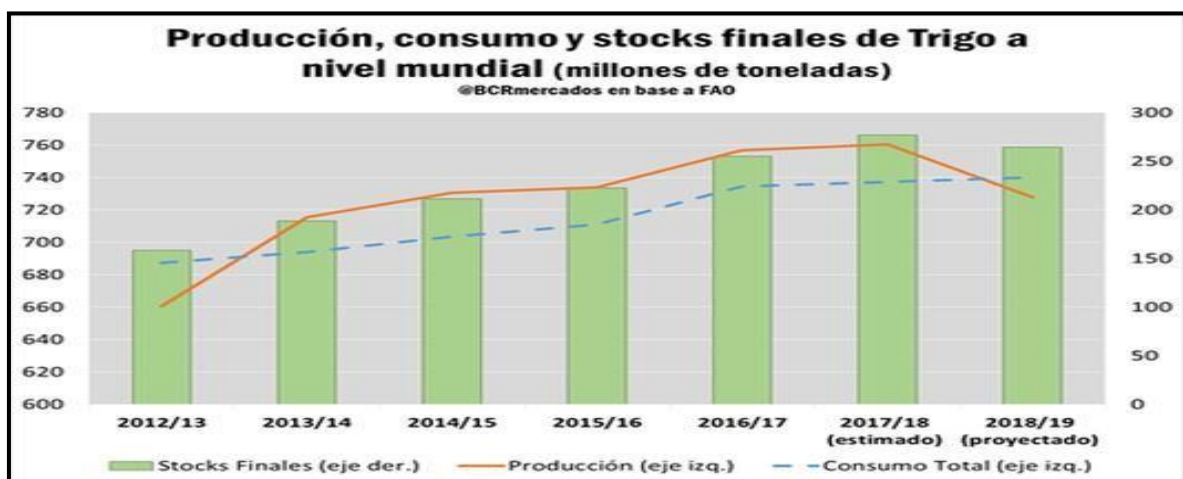


Figura 3. Producción, consumo y stocks finales de trigo a nivel mundial.

Fuente: BCR mercadeo FAO.

(Gestión, 2018). Dado que la actividad manufacturera sigue creciendo cada vez más en el mercado, a la par de este crecimiento los consumidores tienen mayores exigencias en la calidad del producto y que estos al consumirlos no sean dañinos para la salud del consumidor, al mismo tiempo todas las empresas compiten para seguir permaneciendo en el mercado y llegar a consolidarse, mejorando cada vez más sus servicios o sus productos obteniendo tecnología de punta para poder conseguir sus objetivos, aquí es donde puede aparecer el mantenimiento preventivo, una herramienta que ayude a las empresas a incrementar su productividad eliminando paradas de equipos y pérdidas de producción.

- **Ámbito Nacional**

La importación de harina de trigo en el año 2018, fue alrededor de dos millones de toneladas métricas de trigo, siendo abastecido mayormente por importaciones, en el mismo año y en la misma línea el trigo importado provino principalmente de países como: Canadá (61.3% del total), Argentina (30%) Estados Unidos (8%) y Rusia (0.7%) señalo en el reporte semanal del banco (Agrodataperú). La producción de harina creció en el año 2018 el 0.5% en la que se detalla la reducción en la elaboración de productos de panadería en 12.6% (Ministerio de la Producción, 2016).

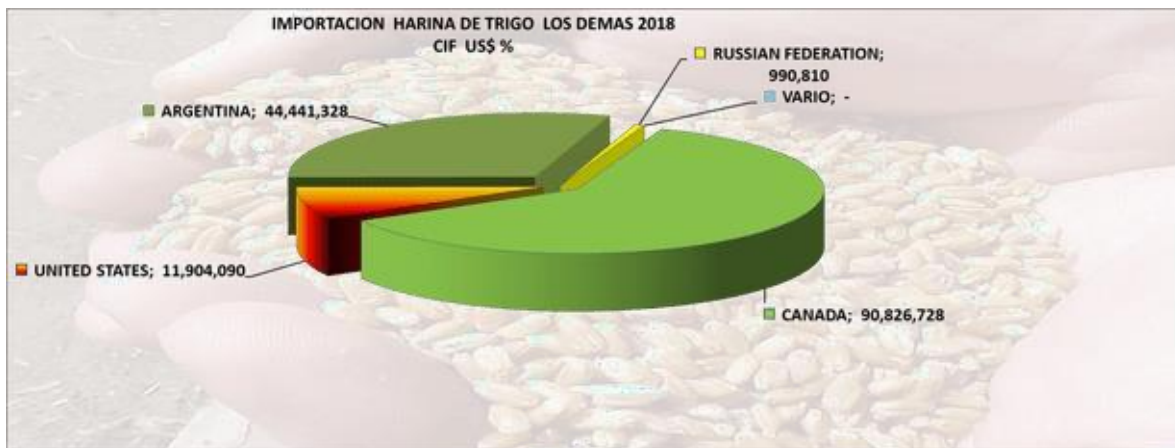


Figura 4. Importación de harina de trigo 2018.

Fuente: Agrodataperú.

Además se redujo la demanda en la elaboración de fideo y el alza en el precio de la harina en moneda peruana (Gestión, 2016).

Las empresas líderes en importaciones de trigo en el Perú son: Alicorp, Molitalia, Anita Food, Cogorno, Compañía Molinera del Centro y Molino Victoria. La demanda en su mayoría se encuentra en determinados meses de año, en los meses concernientes al inicio del año escolar aumenta el consumo de galletas, en el mes de junio con el inicio del invierno se

incrementa la venta de fideos y en el mes de diciembre con las fiestas navideñas hay mayor demanda de panetones. La competitividad en el mercado nacional está cada vez más relevante, por ello, se deben de plantear alternativas para poder aminorar desperdicios de tiempo y dinero, en nivel de productividad, ya que la industria molinera demanda poco más de 2 millones de toneladas de trigo, siendo abastecidos en su mayoría por las importaciones (Vilca, 2019).

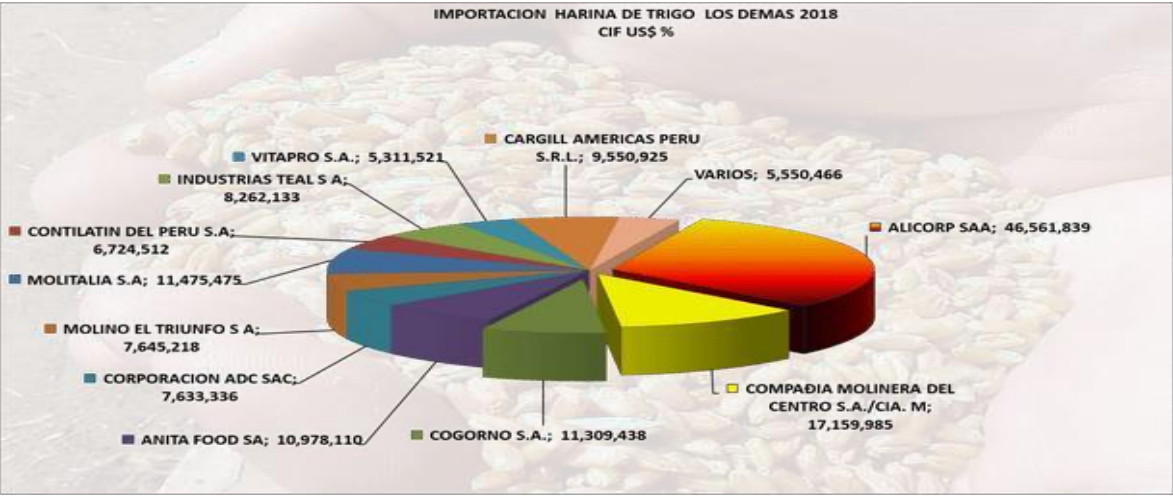


Figura 5. Importación de harina de trigo por empresas peruanas los demás 2018.

Fuente: Agrodataperu.

IMPORTACIONES LD. TRIGO				4	FUENTE: SUNAT					
MES	2,018			PREC. PROM	2,017			2,016		
	CIF	KILOS			CIF	KILOS		CIF	KILOS	PREC. PROM
ENERO	31,024,662	118,809,032		0.261	12,457,535	58,289,540	0.214	32,163,085	131,291,659	0.245
FEBRERO	41,534,472	171,431,772		0.242	43,006,697	184,664,785	0.233	28,472,490	116,489,192	0.244
MARZO	39,092,101	158,604,530		0.246	44,194,228	188,495,935	0.234	38,359,489	157,024,094	0.244
ABRIL	36,511,722	148,034,630		0.247	27,157,810	119,682,504	0.227	17,306,994	74,257,314	0.233
MAYO	-	-			40,181,978	162,760,880	0.247	20,960,761	88,734,894	0.236
JUNIO	-	-			54,715,149	232,017,616	0.236	64,799,351	275,192,370	0.235
JULIO					32,600,849	138,597,910	0.235	30,417,240	132,301,265	0.230
AGOSTO					28,177,057	116,033,768	0.243	44,195,477	195,202,810	0.226
SEPTIEMBRE					55,167,668	209,418,372	0.263	23,633,884	101,440,381	0.233
OCTUBRE					66,575,267	257,023,636	0.259	33,953,642	153,066,356	0.222
NOVIEMBRE					37,465,183	152,819,860	0.245	37,088,673	158,588,682	0.234
DICIEMBRE					27,174,635	112,357,070	0.242	15,762,578	69,489,342	0.227
TOTALES	148,162,956	596,879,964		0.248	468,874,056	1,932,161,876	0.243	387,113,662	1,653,078,359	0.234
PROMEDIO MES	37,040,739	149,219,991			39,072,838	161,013,490		32,259,472	137,756,530	
% CREC. PROMEDIO	-5%	-7%		2.3%	21%	17%	3.6%	-16%	-2%	-14.3%

Figura 6. Importación de trigo 2018.

Fuente:(Erick Lahura, 2017).

Dependiendo del rubro de la empresa no puede condicionar su producción de bien o servicio, por mal funcionamiento de equipos y/o máquinas que estén afectados por no tener cronogramas de mantenimiento, por consiguiente, no obtener un buen producto. Por ello, se debe implementar herramientas que ayuden a las empresas a consolidarse para marcar la

diferencia en aspectos de calidad, tener mayor rentabilidad, competir con otras empresas y lograr posicionarse en el mercado, una alternativa de solución sería un plan de mantenimiento preventivo, se estaría optando por la herramienta que a través de su objetivo principal es tener cero averías durante el proceso de fabricación programado.

- **Ámbito local**

De manera sucinta la empresa Agroindustria Santa María S.A.C está ubicada en calle las prensas No 300 independencia -Lima. Donde su principal actividad es la elaboración de harina de trigo en diferentes presentaciones. La empresa tiene alrededor de 40 trabajadores en el proceso de elaboración de harina de trigo: 10 personas trabajan en molinería, 5 personas en cada turno, la fabricación de harina de trigo es el proceso de mayor relevancia para la empresa.

Con respecto al presente proyecto el principal objetivo es el estudio de la situación actual de las máquinas e identificar los problemas de las mismas que originan la baja productividad. Al realizar las consultas a los operarios y al jefe de producción para saber el desempeño del sistema de trabajo que realizan en todo el proceso, tanto el turno de noche como de día, para saber en qué etapas se presentan las paradas de máquinas y/o demoras debido a múltiples causas detalladas en la Tabla 2. Las consultas realizadas a los operarios nos relatan los problemas comunes:

1. Cuellos de botella cuando hay paradas no programadas de máquinas por razones de roturas de cadena, roturas de telas tamizadoras de harina, baja la tensión de energía eléctrica.
2. Hay demoras en buscar las herramientas para realizar los cambios de equipos si es que hay problemas de averías.
3. El personal encargado a veces se confía demasiado del trabajo que está realizando y no toma las precauciones del caso.
4. Demasiados tiempos perdidos en realizar mantenimiento correctivo si es que se presenta alguna falla en los equipos.

Todos los enunciados mencionados afectan la producción en el molino, si continua con la misma situación probablemente perdería competitividad a comparación con las demás empresas molineras y más aún se perderá la confianza de los clientes por los retrasos que puede haber en no entregar sus pedidos por las paradas no programadas de las máquinas, donde sus costos de productividad serían muy altos.

A continuación, se evidencia la producción de harina de trigo en toneladas, de los últimos 3 meses en la empresa Agroindustria Santa María S.A.C, mostrando una baja productividad.

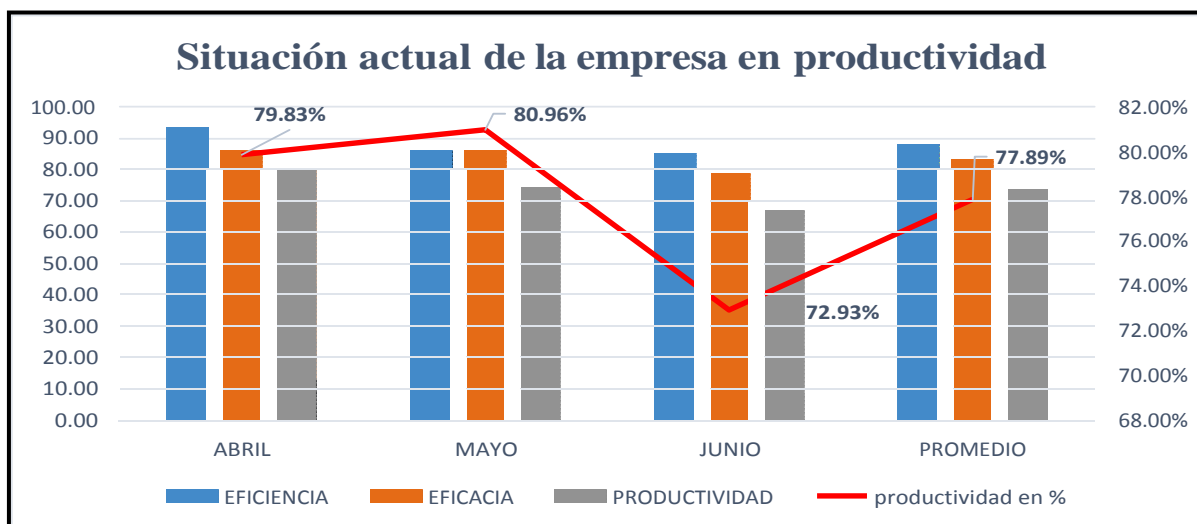


Figura 7. Situación actual de la empresa en el segundo trimestre del año 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se presenta los tres meses de eficiencia que en promedio fue de 88.13%, la eficacia en un 83.58%, obteniendo la productividad inicial en un 77.65%. es por ello se identifica las causas que conllevan a la baja productividad en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC, de manera sucinta se presenta en un diagrama de Ishikawa utilizando las 6M, los cuáles se presentan en la Figura 8.

Tabla 1. Causas que afectan a la productividad mayo - junio 2019

Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento
Constantes paradas no programadas de máquinas
Múltiples fallas en un mismo equipo
Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento
Excesivos tiempos en la ejecución de mantenimiento correctivo
Ineficiente comunicación entre áreas de producción y mantenimiento
Ausencia de cronograma de mantenimiento preventivo
Desconocimiento de procesos por parte del personal ingresante
Regulación deficiente a los ejes de motores por personal técnico
Producto trigo muy variables(diámetro e impurezas)
Desabastecimiento de repuestos para máquinas en el almacén
Adaptación de repuestos a otros equipos
Repuestos para máquinas de baja calidad
Ausencia de formatos para procedimientos de mantenimiento
Ausencia de equipos de medición
Proveedores de mantenimiento no cumple con la especificaciones
Puestos de trabajo no ergonómicos
Exceso de ruido
Ambiente polucionado

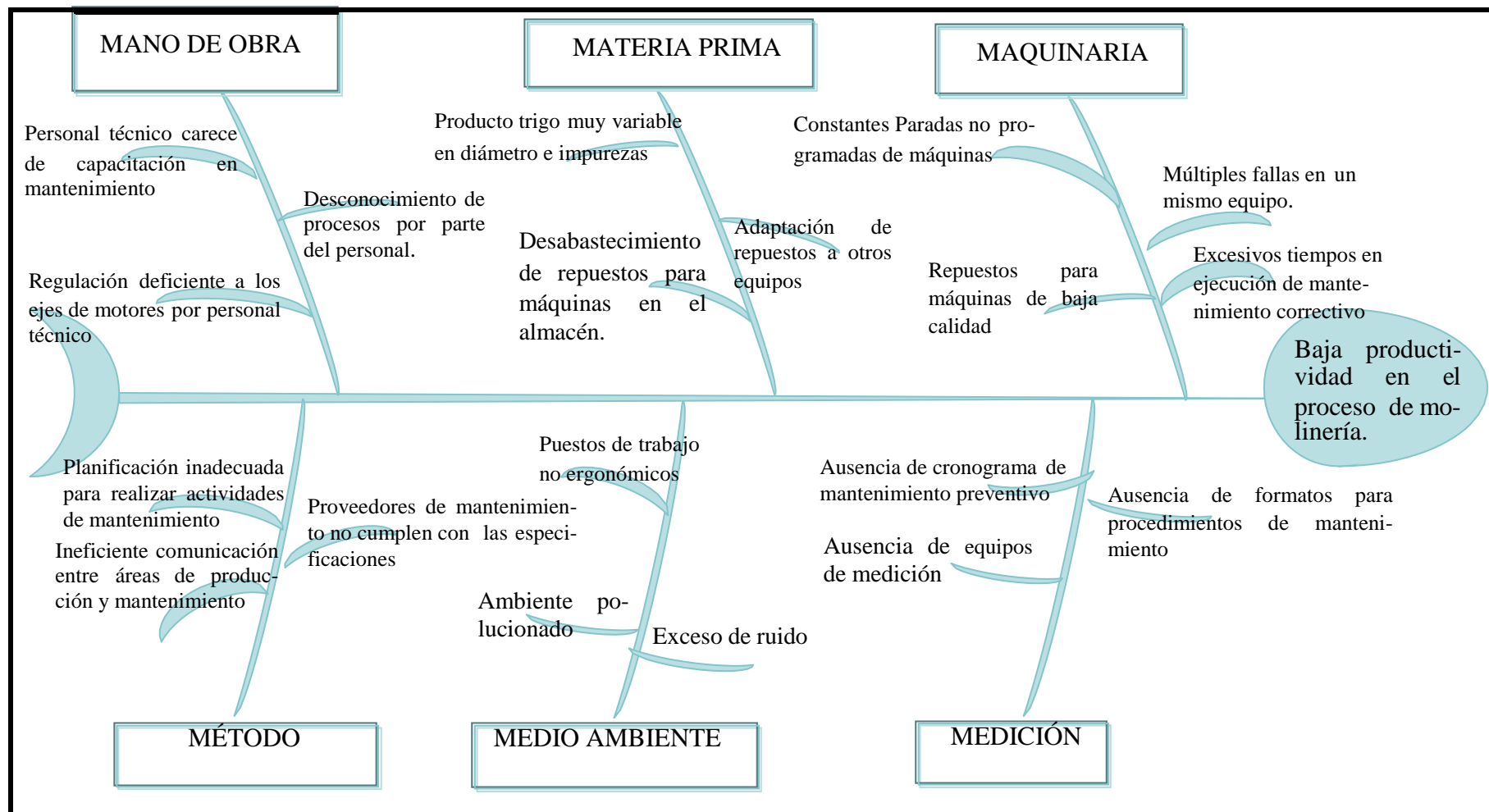


Figura 8. Diagrama de Ishikawa en el proceso de molinería Agroindustria Santa María SAC.

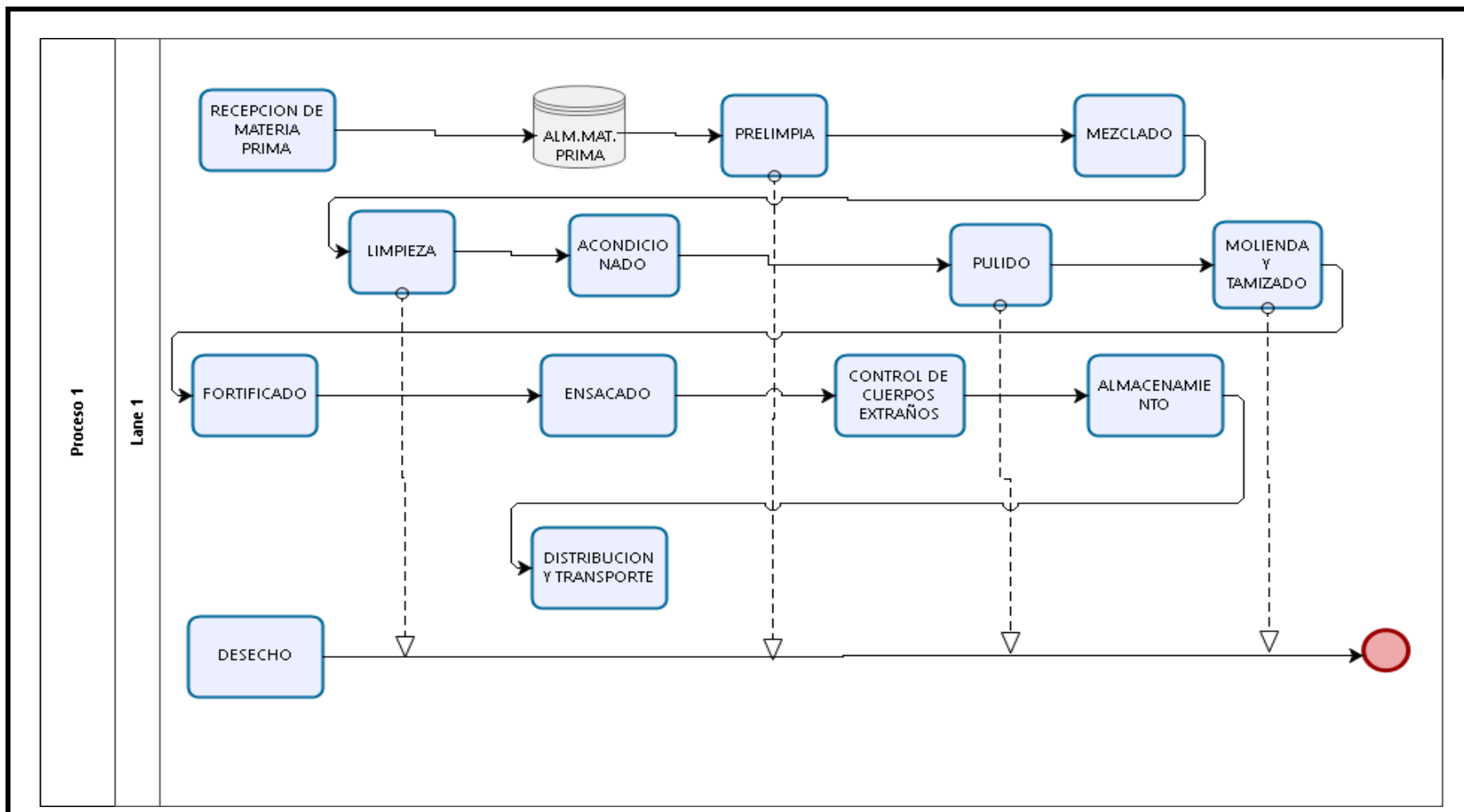


Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso de molinería.

Tabla 2. Matriz de correlación de problemas

	Causas que conllevan la baja productividad		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	Frecuencia
C1	Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento	C1		0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C2	Desconocimiento de procesos por parte del personal ingresante	C2	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3	Regulación deficiente a los ejes de motores por personal técnico	C3	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C4	Producto trigo muy variables (diámetro e impurezas)	C4	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C5	Desabastecimiento de repuestos para máquinas en el almacén	C5	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C6	Adaptación de repuestos a otros equipos	C6	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C7	Constantes paradas no programadas de máquinas	C7	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
C8	Repuestos para máquinas de baja calidad	C8	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C9	Múltiples fallas en un mismo equipo	C9	1	1	1	1	1	1	1	0		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
C10	Ineficiente comunicación entre áreas de producción y mantenimiento	C10	1	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C11	Ausencia de formatos para procedimientos de mantenimiento	C11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1
C12	Ausencia de cronograma de mantenimiento preventivo	C12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0	2
C13	Ausencia de equipos de medición	C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	1
C14	Proveedores de mantenimiento no cumple con la especificaciones	C14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1
C15	Excesivos tiempos en la ejecución de mantenimiento correctivo	C15	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1		0	0	0	0	8
C16	Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento	C16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	18
C17	Puestos de trabajo no ergonómicos	C17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	1
C18	Exceso de ruido	C18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1
C19	Ambiente polucionado	C19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		1

Fuente: Elaboración propia.

Según la matriz de correlación que se muestra en la Tabla 2, se estableció la relación existente entre cada una de las causas que se mencionan en el Diagrama de Ishikawa. Por lo tanto, se puede determinar que el planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento representa el indicador con mayor relación con las causas planteadas anteriormente, obteniendo un puntaje de 18, lo cual demuestra el grado de influencia de dicha causa con las otras referidas en la misma tabla, resaltando en mayor medida la fuerte relación con constantes paradas no programadas de máquinas, múltiples fallas en un mismo equipo, personal técnico carece de capacitación en mantenimiento.

Una vez realizado el análisis de las causas a través de la matriz de correlación, se continúa ordenando las causas identificadas de manera decreciente; es decir, desde la causa con el mayor grado de correlación hasta el menor grado, de acuerdo a la frecuencia que se le asignó en la tabla anterior. Con el propósito de poder cuantificar el grado de relación de cada una de las que se presentó con el problema principal y así calcular su valor porcentual, se elaboró el cuadro de tabulación de datos mostrados en la Tabla 3:

Tabla 3. Cuadro de tabulación de datos

Causas que conllevan la baja productividad		fi	Fi	hi(%)	Hi(%)
C16	Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento	18	18	19.78%	19.780%
C7	Constantes paradas no programadas de máquinas	17	35	18.68%	38.462%
C9	Múltiples fallas en un mismo equipo	16	51	17.58%	56.044%
C1	Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento	15	66	16.48%	72.527%
C15	Excesivos tiempos en la ejecución de mantenimiento correctivo	8	74	8.79%	81.319%
C10	Ineficiente comunicación entre áreas de producción y mantenimiento	3	77	3.30%	84.615%
C12	Ausencia de cronograma de mantenimiento preventivo	2	79	2.20%	86.813%
C2	Desconocimiento de procesos por parte del personal ingresante	1	80	1.10%	87.912%
C3	Regulación deficiente a los ejes de motores por personal técnico	1	81	1.10%	89.011%
C4	Producto trigo muy variables (diámetro e impurezas)	1	82	1.10%	90.110%
C5	Desabastecimiento de repuestos para máquinas en el almacén	1	83	1.10%	91.209%
C6	Adaptación de repuestos a otros equipos	1	84	1.10%	92.308%
C8	Repuestos para máquinas de baja calidad	1	85	1.10%	93.407%
C11	Ausencia de formatos para procedimientos de mantenimiento	1	86	1.10%	94.505%
C13	Ausencia de equipos de medición	1	87	1.10%	95.604%
C14	Proveedores de mantenimiento no cumple con la especificaciones	1	88	1.10%	96.703%
C17	Puestos de trabajo no ergonómicos	1	89	1.10%	97.802%
C18	Exceso de ruido	1	90	1.10%	98.901%
C19	Ambiente polucionado	1	91	1.10%	100.000%
TOTAL		91		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

La esquematización de la Tabla 3 facilitará la realización del Diagrama de Pareto (*Figura 10.*), el cual permitirá identificar el 80% de las causas que generan la baja productividad en el proceso de molienda y tamizado

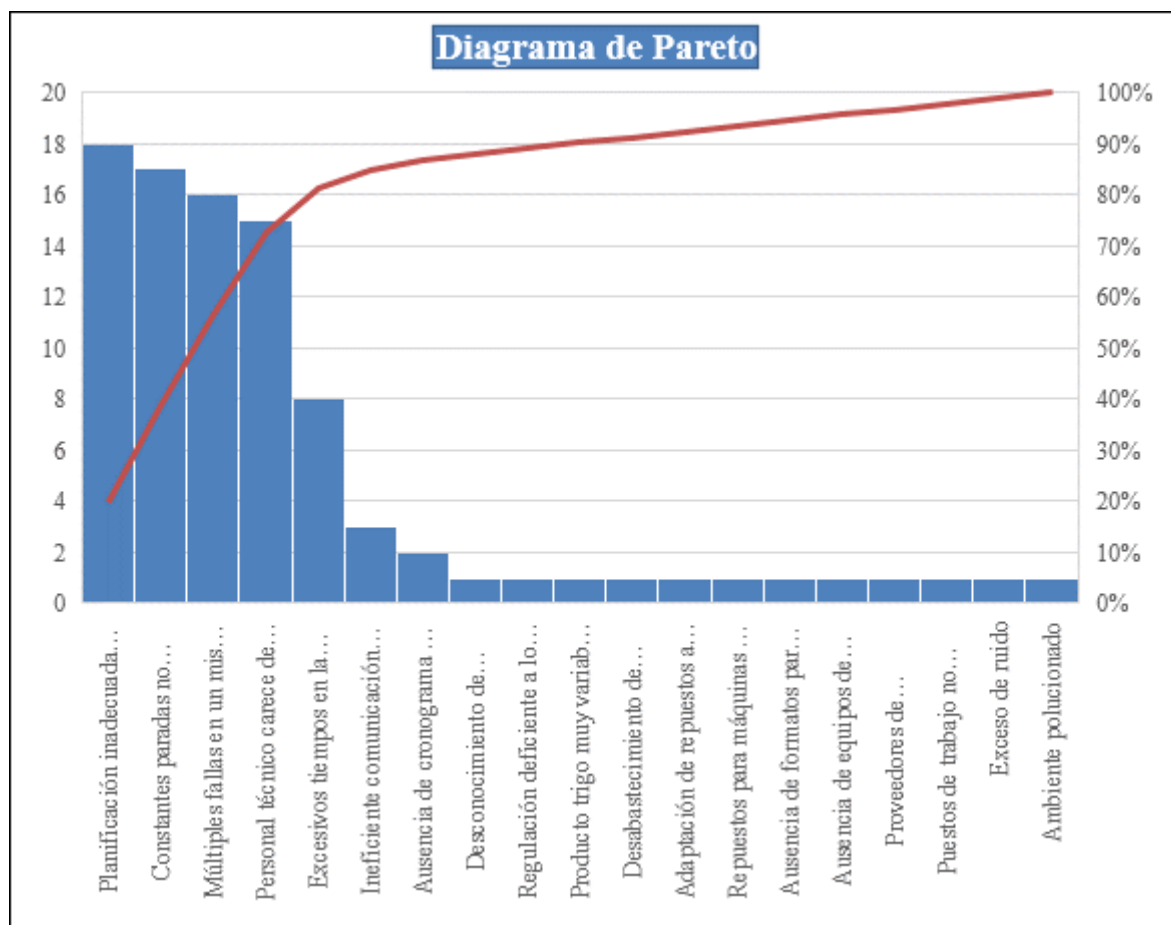


Figura 10. Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la *Figura 10* concluye que los problemas más importantes que contribuyen a la existencia de mantenimiento preventivo son: Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento, constantes paradas no programadas de máquinas, múltiples fallas en un mismo equipo, personal técnico carece de capacitación en mantenimiento.

Finalmente, de acuerdo a la Tabla 4 en función de los macro procesos, se agruparán por áreas (mantenimiento, gestión, calidad, proceso), con el propósito de apreciar el área donde suscitan mayores problemas. Por lo tanto; es importante prevenir las fallas y evitar que los equipos y máquinas sufran paradas no programadas durante el proceso de elaboración de harina de trigo y llegar al objetivo. Para ello se presenta la estratificación de las causas que se presenta a continuación.

Tabla 4. Estratificación de las causas por áreas

Causas que conllevan a la baja productividad	Frecuencia	
Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento	18	MANTENIMIENTO
Constantes paradas no programadas de máquinas	17	
Excesivos tiempos en la ejecución de mantenimiento correctivo	8	
Múltiples fallas en un mismo equipo	16	
Regulación deficiente a los ejes de motores	1	
Adaptación de repuestos a otros equipos	1	
Ausencia de procedimientos de mantenimiento	1	
Ausencia de cronograma de mantenimiento preventivo	2	
Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento	15	GESTIÓN
Ineficiente comunicación entre áreas de producción y mantenimiento	3	
Desabastecimiento de repuestos para máquinas en el almacén	1	PROCESOS
Desconocimiento de procesos por parte del personal ingresante	1	
Repuestos para máquinas de baja calidad	1	
Proveedores de mantenimiento no cumple con la especificación	1	
Producto trigo muy variables (diámetro e impurezas)	1	
Ausencia de equipos de medición	1	
Exceso de ruidos	1	
Ambiente polucionado	1	
Puestos de trabajo no ergonómicos	1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Puntuación de la estratificación de las causas por áreas

Estrato	Frecuencia Total	%Total
Mantenimiento	64	70.33%
Gestión	19	20.88%
Procesos	8	8.79%
	91	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se puede observar el reordenamiento de las causas, porque estas fueron agrupadas en los tres estratos que se mencionan en la Tabla 6 en los cuales se ha analizado y agrupado cada una de las causas según al área que pertenece, con el objetivo de poder cuantificar.

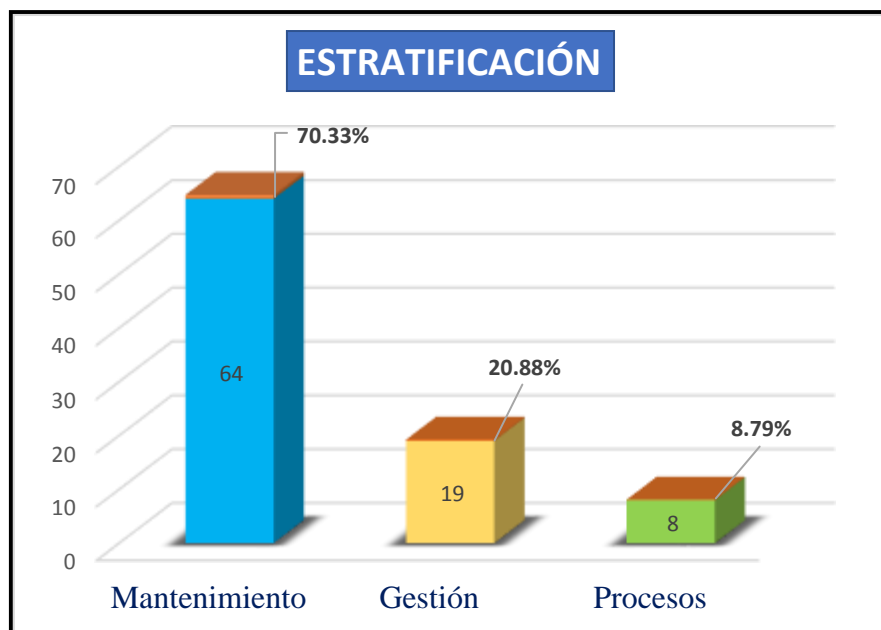


Figura 11. Matriz de estratificación.

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 11*, se puede apreciar que las causas con mayor puntuación ocurren en el área de mantenimiento, obteniendo una sumatoria 64 de frecuencia, en seguida se ubica el área de gestión con 19 de frecuencia, finalmente se considerara al área de procesos con una frecuencia de 8. Por tanto, se puede asegurar que se tiene que buscar alternativas de solución que puedan revertir las causas de baja productividad enfocadas al área de mantenimiento en la empresa Agroindustria Santa María SAC.

Con el propósito de dar solución a la baja productividad en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, encaminados a reducir las causas encontrados en el área de mantenimiento, se elaboró la Tabla 7., donde se muestra las alternativas de solución bajo ciertos criterios de evaluación, con la finalidad de escoger la mejor alternativa y/o propuesta, o sea, la que obtenga una mayor calificación en los diferentes rubros planteados.

La caída en la producción está enfocada en el proceso de mantenimiento de equipos y máquinas de molinería, debido a las paradas inesperadas no programadas. Por ello se propone encontrar alternativas de solución que ayuden a maximizar la disponibilidad, confiabilidad, alargar la vida de los equipos y máquinas para acrecentar la producción, disminuir costos y minimizar productos no conformes. Además, concientizar a los colaboradores para optimizar los resultados propuestos. Para ello se proponen las siguientes alternativas de solución:

Tabla 6. Alternativas de solución

Causas	Mantenimiento preventivo	PHVA	Flujo continuo	SMED
Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento	1	1		1
Desconocimiento de procesos por parte del personal ingresante	1	1	1	1
Regulación deficiente a los ejes de motores por personal técnico	1	1	1	1
Producto trigo muy variables (diámetro e impurezas)			1	
Desabastecimiento de repuestos para máquinas en el almacén	1	1	1	1
Adaptación de repuestos a otros equipos	1			1
Constantes paradas no programadas de máquinas	1	1	1	1
Repuestos para máquinas de baja calidad	1			1
Múltiples fallas en un mismo equipo	1		1	1
Ineficiente comunicación entre áreas de producción y mantenimiento	1	1	1	1
Ausencia de formatos para procedimientos de mantenimiento	1	1		1
Ausencia de cronograma de mantenimiento preventivo	1	1	1	1
Ausencia de equipos de medición	1			
Proveedores de mantenimiento no cumple con las especificaciones	1	1		1
Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento	1			
Excesivos tiempos en la ejecución de mantenimiento correctivo	1	1		
Puestos de trabajo no ergonómicos		1		
Exceso de ruido	1	1		1
Ambiente polucionado	1			

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7 y Tabla 8 se presenta el resumen de valoración y grado de evaluación de las alternativas de solución a implementar, el cual nos muestra que el mantenimiento preventivo es el idóneo para solucionar la mayor cantidad de causas.

Tabla 7. Herramientas de solución

Herramientas	Valoración	%
Mantenimiento preventivo	17	34.00%
PHVA	12	24.00%
Flujo continuo	8	16.00%
SMED	13	26.00%
	50	100.00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Grado de valoración

Grado de evaluación	
Evaluación débil	8
Evaluación regular	12
Evaluación normal	13
Evaluación fuerte	17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Matriz de priorización con las causas a resolver

	<i>consolidado de problemas por área</i>	<i>Mano de obra</i>	<i>Materia prima</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Medio ambiente</i>	<i>Método</i>	<i>Medición</i>	<i>Nivel de criticidad</i>	<i>Frecuencia total</i>	<i>Tasa porcentual de la frecuencia</i>	<i>Impacto</i>	<i>Calificación</i>	<i>Prioridad</i>
Mantenimiento	1	1	33	0	18	3	ALTO	56	61.54%	10	560	1	
Procesos	1	1	0	3	1	1	MEDIO	7	7.69%	8	56	2	
Gestión	15	1	9	0	3	0	BAJO	28	30.77%	5	140	3	
Total	17	3	42	3	22	4		91					

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta a emplear será Mantenimiento Preventivo (MP) para minimizar las paradas de máquinas, concientizar a los colaboradores, reducir costos de mantenimiento, eliminar pérdidas de producción, aumentar la confiabilidad, disponibilidad y alargar la vida de los equipos y máquinas según se puede apreciar en la Tabla 9.

1.2. Trabajos Previos

Trabajos previos con respecto a las variables dependiente e independiente de la investigación a desarrollar:

Internacional.

Cao et al. (2019), en su artículo: Un modelo de mantenimiento preventivo sujeto a inspección secuencial para proceso de falla de tres etapas, Beijing, Instituto de Tecnología de Energía Nueva y Nuclear de la Universidad de Tsinghua, China. Por lo tanto, el objetivo del estudio está sujeto a un proceso de falla de tres etapas, el modelo propuesto, secuencial de dos niveles. Se consideran inspecciones, mantenimiento pospuesto y OM. Se supone que el fallo del sistema se puede dividir en tres etapas independientes. Normal, leve defectuosa y severa defectuosa. En donde las inspecciones menores con cierta probabilidad pueden detectar fallas completamente, también se conocen como imperfectas y la inspección mayor es conocida como perfecta que pueden distinguir los estados de las máquinas, cuando el sistema se encuentra en etapa defectuosa grave se debe reemplazar inmediatamente. El modelo nos muestra que el costo de mantenimiento pasa de 3500 dólares a 3000 dólares, no es muy beneficioso en lo económico, sin embargo, el tiempo de vida útil de las máqui-

nas de 1 año a 2 años, el doble de lo esperado. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño pre experimental.

Farahani, A (2019), en su artículo titulado: Optimización integrada de la carta de control de calidad, parámetros y mantenimiento preventivo mediante la cadena de Márkov, Departamento de Ingeniería Industrial, Rama Roudehen, Universidad Islámica de Azad, Irán. El estudio enfocado en una sola máquina para evaluar su disponibilidad, tiempo de reparación, tiempo de detección de fallas, inventario, plan de muestreo, reparación de la máquina en políticas de producción, mantenimiento y calidad. Mediante un algoritmo de recocido simulado, un algoritmo genético (solver BARON), disminuyo el costo de mantenimiento de 139748 dólares a 71220 dólares, además mejoró la disponibilidad del equipo en 83%, bajando las paradas del equipo de 5 a 3. Este trabajo logró desarrollar un modelo integral para optimizar el mantenimiento preventivo mediante políticas y control estadístico de procesos. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño pre experimental.

Chen, Xia y Pan (2017), en el artículo titulado: Clasificación óptima de múltiples niveles y política de mantenimiento preventivo para una alta fiabilidad de productos, Shanghai, Universidad de Shanghai Jiao Tong, China. El artículo propone una clasificación multinivel y modelo de mantenimiento preventivo (modelo JMCPM) bajo mantenimiento basado en la edad. Por otro lado, la política conjunta óptima de JMCPM puede obtener una clasificación de niveles múltiples y un mantenimiento preventivo. Para esto utiliza el modelo degradación basada a quemar para eliminar unidades defectuosas y recopilar datos de degradación, diseña análisis lineal discriminante, desarrolla políticas óptimas para productos con diferentes niveles utilizando el criterio de minimizar la tasa de costo total, durante la operación en campo, el mantenimiento preventivo se utiliza para mejorar la confiabilidad del producto y reducir el costo operativo. Los costos de clasificación disminuyen a medida que el nivel de clasificación. En consecuencia, la tasa de costo total esperado del sistema la tasa disminuye de 0.0454 a 0.0252 y los intervalos de reemplazo óptimos aumentan de 4133 a 7104 y de 1490 a 2691 respectivamente. Esto se debe a que una clasificación adecuada puede mejorar la precisión de la clasificación. Al aplicar las políticas de clasificación y mantenimiento preventivo minimizan el costo y maximizan la disponibilidad del equipo y/o máquina. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño pre experimental.

Jiawen, Zuhua y Haitao, (2017), en su artículo: Mantenimiento preventivo en un sistema de producción por lotes, Arkansas, Universidad de Arkansas, USA. El objetivo del estudio es proporcionar estrategias para lotes y planes de producción a corto plazo en condición operativa. El estudio se centra en 5 máquinas en un sistema de producción por lotes, las cuales fallan en plena preparación de los lotes, las reparaciones se realizan en el cambio de lotes, adopta una reparación mínima para restaurar la máquina y esto produce paradas. La investigación se sirve de políticas de mantenimiento preventivo dinámico, se crea un modelo matemático (The accelerated failure time model y hybrid imperfect maintenance), estrategias para acrecentar la confiabilidad de las máquinas, obtiene el punto óptimo y logra el costo mínimo considerando un plan de producción a corto plazo. La influencia de la calidad del producto en lotes se mide después del cumplimiento del mismo para mejorar en los siguientes. Logrando aumentar la eficiencia y eficacia, minimizó los costos en 5427 dólares, redujo el tiempo de inactividad de las máquinas. El artículo científico es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental.

Liao, Chen y Yang (2017), en el artículo titulado: Optimización conjunta de mantenimiento preventivo y programación de producción para sistema de máquinas paralelas, Chongqing, Universidad de Chongqing, China. Este artículo estudia en paralelo idénticas máquinas para buscar una política óptima para equilibrar programación de la producción y mantenimiento preventivo. Planificación para minimizar el tiempo máximo de finalización y costos total de mantenimiento. Se utilizó el diagrama de Pareto para encontrar las fallas y retrasos en las máquinas que afecten a la producción. El trabajo propone una pre-distribución NSGA-II, un modelo algorítmico de programación de mantenimiento basado en la comparación de cuatro máquinas para obtener resultados óptimos en producción planificada y horarios para realizar mantenimiento. Al aplicar Pre-distribución NSGA-II la máquina pasa de 135 horas para terminar de fabricar un lote a 121 horas y el costo de mantenimiento de 5521.6 dólares a 1232.2 dólares. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, de diseño pre experimental.

Nacional

Cerna, Kattia y Coronel (2018), en su tesis titulada: Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos JADA SA, Chimbote, Universidad Cesar Va-

llejo, Perú. La empresa se dedica a la producción de conservas de pescado y harina de pescado. El estudio se enfoca en el área de conserva de pescado. Por ello utiliza formato de cotejo, ficha técnica del equipo, análisis modal de falla, efecto y criticidad. Dando como resultado la falla crítica en las máquinas selladora y caldero. Cuando la producción aumenta, la máquina tiene fallas no programadas con frecuencia, generando costos en horas máquinas, tiempos muertos en operarios y generan elevados costos de producción. En consecuencia, se aplica el mantenimiento preventivo dando como resultado, el incremento de la eficiencia en un 18%, reducción de fallas en un 27%. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, descriptivo y con diseño pre - experimental.

Pinedo, Luis (2018), en su tesis titulada: Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEFT SAC, Chimbote, Universidad Cesar Vallejo, Perú. La Empresa Pesquera ICEF S.A.C dedicada a la producción de harina y conserva de pescado, su planta de producción tiene una capacidad de 5TM. El mantenimiento preventivo se realizó a las máquinas críticas excluyendo las máquinas no críticas. Se empleó el diagrama de Pareto, registro de fallas, costos y fórmulas de mantenimiento preventivo, formato de plan de mantenimiento y fichas técnicas. Teniendo como resultado el costo de mantenimiento inicial de S/. 12,930.00 soles, selección de equipos en estado crítico y realizar el mantenimiento. Después de aplicar el mantenimiento preventivo logramos disminuir los costos de mantenimiento de las maquinarias a S/. 1,760.00 soles y un aumento del 6% productividad. Posterior de haber aplicado el plan de mantenimiento preventivo logró reducir los costos en S/. 6,192.50 soles, además encontró que no cuentan con un programa de mantenimiento, historial de fallas, formatos para los registros en las máquinas críticas. El proyecto es de tipo pre- experimental, de alcance explicativo - descriptivo y con diseño no experimental.

García, María (2018), en su tesis titulada: Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC, Universidad de San Martín de Porres, Perú. La Empresa COMOLSA SAC dedicada al servicio de molinería: acopio, apilado, maquila y comercialización. Cuenta con un total de 110 máquinas, pero se seleccionó las máquinas y equipos de mayor criticidad reduciéndose a 58 máquinas y herramientas. La capacidad efectiva es 7.2 – 8.5 toneladas por hora de arroz cáscara, se realizó un análisis de criticidad,

cálculo de OEE, análisis documental, inspección visual y análisis de fallas. Encontrándose las áreas críticas, pilado y embolsado, teniendo paradas frecuentes no programadas en las máquinas. Por ello se implementó mantenimiento preventivo realizando cronogramas, registros, integración y capacitación de grupos multidisciplinarios. Reduciéndose el 8% de paradas de máquinas, crecimiento del TMEF de 42 a 62 minutos, la disponibilidad y rendimiento creció de 0.64 a 0.79 reduciendo de 4 a 2 días de paradas no programadas mensuales, teniendo un ahorro mensual de S/ 2000 soles en productos no conformes. El proyecto es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y con diseño cuasi experimental.

Flores, Marcos (2017), en su tesis titulada: Aplicación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de servicios industriales línea Aasted de la empresa Nestlé Perú S.A, Lima, Universidad Cesar Vallejo, Perú. Empresa dedicada a la producción de lácteos: leche, harina lacteada, chocolates. El estudio se realizó a 03 máquinas de producción de confitería, estas máquinas generan paros no programados, falta de conocimiento técnico en mantenimiento y tiempos muertos. Por ello se aplica el mantenimiento preventivo, análisis económico financiero y aplicación de las 5s. Logrando incrementar la eficiencia en 26.68%, la eficacia en un 5.71% y la productividad subió un 28.40%. El proyecto es de tipo pre- experimental, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo - descriptivo y con diseño cuasi experimental. Este proyecto nos facilita las fases del mantenimiento preventivo.

Maguiña, David (2016), en su tesis titulada: Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria, Huachipa, Universidad Cesar Vallejo, Perú. La empresa produce lácteos, jugos, fabricación de envases y panetones. El trabajo se centra en línea de panetones: máquinas amasadoras, boleadora, cámara de fermentación, horno tipo túnel, cámara de enfriamiento y embolsado. Presenta fallas en equipos, herramientas, inexistencia de procedimientos, personal poco capacitado y falta de planificación en la producción. Para esto utilizo Diagrama de Pareto, ABC, inventario de máquinas y componentes, identificación de los equipos y elaboración de procedimientos. Por ello aplica mantenimiento preventivo, teniendo un aumento de OEE en 21,69%, En el horno tipo túnel aumento la disponibilidad en 7,10%, el rendimiento en 8,55% y la calidad en 9,61%. El proyecto es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo - descriptivo y con diseño cuasi

experimental. Nos sirvió la selección de la mejora a aplicar para escoger la herramienta adecuada.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Teorías relacionadas a variable dependiente: Productividad

1.3.1.1. Productividad

En las industrias la productividad es de vital importancia para mantenerse en el mercado y ser competitivos. Por ello el aumento constante y la mejora de la calidad del producto o servicio permitirá satisfacer la demanda de su clientela.

La productividad se mide mediante la efectividad de los resultados obtenidos en un sistema o proceso, por ello se debe incrementar los resultados con el menor uso de recursos para producirlos. Es decir, la productividad se calcula mediante el cociente de los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Por lo tanto, dependerá del desarrollo de las actividades y operaciones que se realizan a lo largo del proceso productivo, que influirá positivamente de cómo se estén utilizando los recursos (Gutiérrez Pulido, 2014, p. 41).

La productividad se precisa en el incremento de los indicadores de la eficiencia y eficacia, ya sea en la utilización de los recursos o cantidad de bienes fabricados y la prestación de servicios. Por consiguiente es un indicador que relaciona lo elaborado en un proceso y los insumos empleados para crearlos (Bonilla, 2014).

1.3.1.2. Medición de la productividad

Es conseguir resultados eficientes con mínimos recursos utilizados y lograr los objetivos en el tiempo planificado, estos materiales pueden ser, máquinas, instrumentos, materia prima, personal y sus activos de la empresa (Velasco y Campins, 2013, p.51).

El autor indica que la productividad se mide mediante la cantidad de productos entre la cantidad de recursos utilizados.

$$P = \frac{CP}{CRU}$$

Dónde:

- P: Productividad
- CP: Cantidad de producto
- CRU: Cantidad de recursos utilizados

La productividad es generada por la eficiencia y la eficacia, la eficiencia se determina por la búsqueda de mejora de los procesos en base al empleo de recursos evitando mermas, y la

eficacia involucra el cumplimiento de los objetivos planificados en la producción, sin importar la cantidad de recursos utilizados (Gutiérrez, 2014, p. 41).

$$P: Efi \times Efa$$

Dónde:

- P: Productividad
- Efi: Eficiencia
- Efa: Eficacia

No obstante, algunos investigadores lo asocian salidas y entradas de un producto terminado. La productividad es el indicador del proceso productivo, que asocia lo elaborado en un proceso, relacionados con la salida de un producto y la entrada de materia prima y/o insumos que contribuye en el afianzamiento de la cadena de producción (Carro, Roberto & González, 2012).

Del mismo modo, la productividad se puede delimitar como un grupo humano capaz de alcanzar metas y capacidad de respuesta ante distintas circunstancias para conseguir las metas propuestas, con la mínima cantidad de insumos, talento humano, tiempo, el libre desenvolvimiento de las habilidades personales para mejorar la calidad de vida (Humberto y Rojas, 2017).

1.3.1.3. Componentes de la Productividad

El rendimiento casi siempre se mide por los componentes de eficiencia y eficacia (Gutiérrez, 2014, p. 20).

1.3.1.3.1. Eficiencia

La eficiencia tiene relación directa con la utilización de los recursos empleados y la optimizar de los mismos, procurando la menor cantidad de desperdicios. La eficiencia trata de la optimización de recursos para obtener los mejores resultados, con los menores costos y los mayores beneficios (Gutiérrez, 2014, p. 20).

$$— \times 100\%$$

Dónde:

- Efi: Eficiencia
- TU: Tiempo útil (horas)

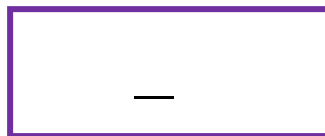
- TT: Tiempo total (horas)

Para mejorar la eficiencia se necesita modernizar los equipos para tener una mayor fiabilidad y confiabilidad. Con ello se estaría alcanzando una mayor eficiencia en la producción de bienes o servicios. Por lo tanto se define como el uso racional de los recursos para los objetivos planificados de la empresa (Humberto y Rojas, 2017).

1.3.1.3.2. Eficacia

Es el resultado esperado de las actividades planeadas, de igual manera, la eficacia es el culmen de las metas sin considerar los recursos que se utilizan en el proceso productivo. Hacer lo planeado con la mínima cuantía de insumos (eficiencia), hacer lo planeado con la mayor cantidad de recursos (eficacia), con esto se demuestra que se puede alcanzar los objetivos sin ser eficientes (Gutiérrez, 2014, p. 20).

La eficacia es el suficiencia de poder cumplir las metas, tener mayor énfasis en conseguir resultados en un tiempo dado, obtener productos de buena calidad aminorando los recursos, personal, insumos y energía (Cruelles-Ruiz De Zadecon, 2014).



Dónde:

- Efa: Eficacia
- PO: Producción obtenida (Kg)
- PP: Producción programada (kg)

1.3.1.4. Proceso productivo de la elaboración de harina de trigo

Recepción e Inspección de materia prima

La recepción de trigo es a través de contenedores directamente del puerto (RANSA).

Harina de trigo

Es el producto que se obtiene de trigo molturado en los bancos, tamizados en las máquinas de molinería. Se obtiene harina de múltiples cereales, como la kiwicha, quinua, arroz, avena, no obstante, lo normal es producir harina de trigo. En la fabricación del producto inter-

vienen muchos componentes, con seguimiento se logra conquistar variedad de productos, como fideos, panetones y cereales (ICONTEC, 2017).

Elaboración de harina de trigo y ensacado

La descripción del proceso de elaboración de harina de trigo y ensacado se extrajo del manual de buenas prácticas de manufactura de la empresa (Santa María SAC, 2018, p. 11,12,13) que se resume a continuación:

El proceso de molienda y tamizado en la empresa comienza desde la recepción de materia prima(trigo) procedentes de las importaciones que realiza la empresa de los países como: Canadá, Estados Unidos, Rusia, Argentina, Uruguay. Durante la recepción de trigo se saca muestras para analizarlos en el laboratorio de control de calidad, la humedad del grano, densidad del producto, materias extrañas, impurezas y mediante el equipo NIR los análisis reológicos. Una vez ensilado en los almacenes de trigo en los silos grandes, pasa a través de una rosca sin fin a silos medianos, para luego ser mezclados con unos porcentajes de acuerdo al promedio establecido en los manuales de buenas prácticas de manufactura de la empresa Agroindustria Santa María SAC. Luego ser seleccionados en la máquina de selección de impurezas (pre-limpia), nuevamente es transportado por un redler pequeño hacia los silos pequeños en el cual ya se están mezclando los trigos.

- Pasa a una zaranda clasificadora de impurezas y/o materias extrañas y transportados a los silos pequeños.
- Pasa a ser almacenados en los silos pequeños con la mezcla respectiva.
- Trigo ingresa a la balanza automática 160kg/min. Es transportado hacia un clasificador/separador de impurezas.
- Ingresa a despedradora para ser sacados las piedras.
- Ingresa al cilindro Trieur para que sea clasificado los trigos chupados, cortados, polvillos finos mediante una aspiración.
- Ingresa a la pulidora para que sea frotado/sobado el producto.
- Ingresa al primer acondicionado en donde se le agrega agua potable para alcanzar la humedad requerida y almacenada en las celdas del primer acondicionado.
- Ingresa al segundo acondicionado y la verificación de control de calidad para cerciorarse la humedad requerida máxima 15.8% en el manual de laboratorio.

- Luego es ensilado en silos pequeños de trigo acondicionado hasta que alcance su tiempo de reposo, listo para ingresar a los bancos.
- Ingresa a la pulidora B1 para que sea retirado las ultimas impurezas e ingresa a la balanza automática.
- Ingreso de trigo a los bancos de molienda B1a través de una rosca sin fin para ser molturados y distribuidos por bypass de tuberías a los otros bancos (ver figura 8), para su refinación y pueda ser ingresado a los sasores donde hay tamices de diferente diámetro (ver figura 9), donde el producto es llevado por presión de aire a los maquinas plansifter (ver figura 10,11), en estas máquinas se encuentran 28 tamices de diferente diámetro con 6 salidas distintas de productos, donde los pasajes que selecciona productos triturados de mayor tamaño ingresen nuevamente a los bancos de molienda par su refinación a través de una caída de tuberías impulsadas por presión de aire, las harinas que tienen un diámetro $<112\mu\text{m}$, estas harinas ya son transportadas y aditivadas en la rosca sin fin, antes de ingresar al silo de almacenamiento, luego ser impulsados al área de ensaque, que tienen máquinas pulidoras que seleccionan las materias extrañas, ingresa a la tolva carrusel(balanza automática) para su ensaque de harina por 50kg. Son inspeccionadas por el personal técnico de aseguramiento de calidad para detectar o prevenir alguna rotura de algún tamiz y/o materia extraña.
- Luego de los procedimientos mencionados procede con el ensacado, cosido, paletizado y almacenado en los almacenes de producto terminado.

1.3.1.5. Factores que influyen en la Variable dependiente: Productividad

1.3.1.5.1. Factores internos

Mano de obra

Toda persona que realiza un trabajo físico y mental para manipular una máquina y fabricar un producto o reparar un bien. Así mismo, el concepto de mano de obra se utiliza para designar al pago del trabajador (Maldonado, 2018).

Materia prima

Es aquella que se utiliza para la transformación de un producto a un bien o servicio. Se extrae de la naturaleza y las fábricas manufactureras se encargan de su transformación (Riquelme, 2017).

Máquinas

Es un conjunto de partes que posibilitan el funcionamiento para transformar los productos en un bien (Montilla, 2016, p. 19).

Equipos

Utensilios y aparatos que modifican las características físicas de un producto, un equipo presta servicio para un determinado tipo de proceso (Montilla, 2016, p. 20).

Fallas

Son averías que suscitan paros de manera fortuita en el proceso de producción, ya que afecta la condición normal de un equipo (Montilla, 2016, p. 20).

1.3.1.5.2. Factores externos

Proveedores

Entidad que suministra a otras personas o empresa con materia prima o artículos para su posterior transformación y vendidos posteriormente (Sánchez, Mieres y Vijande, 2014).

Distribución

Toda empresa reparte sus productos terminados a los distintos puntos de venta con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios, garantizando la calidad del producto y buen servicio (Sánchez, Mieres y Vijande, 2014).

Tiempos de entrega

Es una variable que nos ayuda a medir los inventarios para programar la demanda futura con mayor precisión (Sánchez, Mieres y Vijande, 2014).

1.3.2. Teorías relacionadas a variable independiente: Mantenimiento

1.3.2.1. Mantenimiento

Conjunto de actividades que buscan prevenir las posibles fallas, alargar la vida útil de las máquinas y herramientas, para incrementar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. De esta manera garantizar la seguridad de las personas y aumentar la rentabilidad para la empresa (Montilla, 2016, p. 20).

Es un equipo de personas, con el conocimiento técnico, dotados de los medios necesarios para garantizar el estado actual y la operatividad de las máquinas y herramientas. Para asegurar la disponibilidad, calidad, costo, seguridad, protección del medio ambiente y la producción (Albertos, 2012, p. 15).

1.3.2.2. Función del mantenimiento

Garantizar la disposición de los equipos necesarios en el proceso de fabricación de bienes o servicios, al proteger las instalaciones, con el mínimo costo necesario y de manera prolongada (Mora, 2015, p. 38).

1.3.2.3. Objetivo del mantenimiento

Es lograr la mayor disponibilidad de máquinas para la producción con ello obtener un producto de calidad, con bajo costo y brindar la mayor seguridad a los operarios, cuidado del medio ambiente garantizando la buena gestión de mantenimiento (Mora, 2015, p. 38).

1.3.2.4. Tipos de mantenimiento

Leandro (2015, p. 145-152), sostiene al respecto que hay 5 clases diferentes de mantenimientos:

Mantenimiento correctivo: Son procedimientos que se realizan a medida que las máquinas y equipos están averiados. El encargado de comunicar la avería al área de mantenimiento es el operario, en el momento que se produce el fallo (Leandro, 2015, p. 145).

Mantenimiento modificativo: Aparece en tres etapas: La primera etapa es cuando se pone en marcha por vez primera en las instalaciones y necesita adaptarse a las necesidades de la empresa, bien sea por razones del producto o bien, por ajustar costos de mantenimiento. La segunda es en la vida útil y se tiene que ver con las modificaciones de las características de las instalaciones de la empresa para sus máquinas o equipos con la finalidad de mejorar la seguridad y fiabilidad. La tercera se da después del cumplimiento del ciclo de vida de la máquina para reconstruir parte de ella y que siga funcionando (Leandro, 2015, p.146).

Mantenimiento preventivo: es la programación planificada de mantenimiento con el fin de detectar anomalías en las máquinas y equipos, para anticiparnos a las fallas, alargar la vida útil, incrementar la disposición y fiabilidad. Con la finalidad de alargar el tiempo de operatividad (Leandro, 2015, p. 148).

Mantenimiento proactivo: son pequeñas fallas que se presentan en el tiempo y que causan otras fallas de mayor relevancia. Estas se evidencian a raíz de múltiples fallas que se presentan en el momento de su operatividad (Leandro, 2015, p. 151).

Mantenimiento predictivo: Sustentado en la información permanente y oportuna de los equipos en cuanto al estado de funcionamiento e instalaciones. Para ello se debe conocer sus características físicas como (vibraciones, temperatura, consumo de energía, revoluciones por minuto). Este mantenimiento es más tecnológico debido a que se requiere personal con conocimientos técnico, físicos y matemáticos (Leandro, 2015, p. 152).

Mantenimiento Overhaul: El mantenimiento Overhaul evalúa el desempeño del equipo y/o

máquina, por lo general recomienda realizar el mantenimiento con una frecuencia de un año

o también basados en la cantidad de mantenimientos correctivos realizados y/o solicitados por consiguiente también está sujeto a tiempo de vida útil de las máquinas luego de haber presentado. Se dice que el mantenimiento overhaul da mayores resultados en tiempo, recursos económicos y humanos es la aplicación de mantenimiento predictivo.

1.3.2.5. SMED (Single-Minute Exchange of Die)

La disminución del tiempo necesario para cambiar una pieza en función a la producción, porque a mayor tiempo de reparación los costos de inversión son mayores, Así mismo cuando el tiempo de reparación es bajo se puede producir las cantidades programadas (Cruelles-Ruiz De Zadecon, 2014, p. 318).

La implementación se divide en 4 fases:

1. Separar la estructura externa e interna.
2. Separar el periodo de acondicionamiento interno mediante el perfeccionamiento de las actividades.
3. Separar la fase de planificación interna con adaptaciones al equipo.
4. Ejecución cero.

(Arboleda Zúñiga y Rubiano del Chiaro, 2018).

1.3.2.6. Pasos para implementar un plan de Mantenimiento Preventivo

Se manifiesta una metodología general para establecer un plan de Mantenimiento Preventivo, teniendo en cuenta la situación actual de que no existe un programa de mantenimiento, es decir, se realiza el correctivo (Montilla, 2016).

Inventario de máquinas

Con esto se tendrá el listado para saber a qué máquinas o equipos se va intervenir en el programa de mantenimiento. Esto se elaborará en hoja electrónica, programa Excel. Teniendo presente que los encargados de realizar este inventario deben tener especial cuidado

para no sobrevalorar algunas máquinas y estas queden inscritas en el programa de mantenimiento relegando a las máquinas importantes para la producción (Montilla, 2016).

Codificación

Teniendo el inventario de las máquinas o equipos, el siguiente paso será codificarlos, vale decir, atribuir una codificación numérica o alfanumérica, de tal modo que se tenga precisión de cada una de ellas. Para una correcta codificación se recomienda unas directrices generales para el proceso:

- Deben permitir una identificación rápida del equipo.
- Deben ser cortos, sencillos y fáciles de desglosar.
- El costo de su implementación debe ser razonable (pintura, adhesivos, placas identificadoras de activo fijo, código de barras, etcétera.).
- La codificación usada debe guardar relación con otros sistemas de codificación de la empresa, particularmente con los códigos contables.

Una de las formas de llevar acabo la codificación de maquinaria o equipos, es dividiendo una planta o empresas en áreas, secciones, máquinas/equipos, componentes y partes o elementos teniendo presente el respectivo Layout de Planta (Montilla, 2016).

Relación de requerimientos de Mantenimiento

Con base en el estudio y conocimiento de los procesos/máquinas/equipos, se realizará un listado de las actividades de mantenimiento asociado a una frecuencia propia del proceso.

Las fuentes principales de información para conformar el listado de requerimiento son:

Manual de servicio, internet, catálogos de partes, conocimiento y experiencia del personal, información disponible en asociaciones gremiales y consultas con colegas que laboren en otras empresas del mismo gremio (Montilla, 2016).

Rutinas básicas de Mantenimiento (RBM)

Establece un grupo de tareas de Lubricación, Electricidad, Mecánica e Instrumentación, delimitado en formatos estandarizados, que serán desarrolladas por los operarios siguiendo una ruta lógica dentro de la empresa, área, las maquinarias y el interior de estas, aminorando el tiempo y recursos (Montilla, 2016). Tipos de tareas que se ejecutan:

- Inspección y monitoreo de condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa)
- Limpieza externa e interna de la máquina/equipo.

- Inspección externa e interna del equipo (visual, al tacto, auditiva o con instrumentación).
- Lubricación y engrase.
- Reemplazo de partes o componentes.
- Ajuste y calibración. Puede ser necesario poner en marcha el equipo o no. Puede ser de naturaleza mecánica, eléctrica, electrónica, etcétera.
- Revisión de seguridad eléctrica (paros de emergencia, finales de carrera, interruptores de seguridad, etcétera.).
- Prueba de operación del equipo. Procedimiento que se debe ejecutar una vez realizadas las tareas anteriores, en lo posible en compañía del operario del equipo.

Formato de orden de trabajo

Documento que se entrega al ejecutante u operario para que realice la tarea de mantenimiento. Se conoce varios formatos manuales o digitales, pero debe tener los siguientes: Fecha de elaboración, fecha en que se debe ejecutar la tarea, hora de ejecución, nombre del ejecutante, instructivo asociado (sea genérico o específico), máquina/equipo a intervenir, nombre y cargo de quien la programa, espacio para observaciones y espacio para la firma del ejecutante (Montilla, 2016).

Software de mantenimiento CMMS

Constituye la solución genérica para gestionar la información referente a mantenimiento. Puede ser de manera sencilla como una hoja electrónica de Excel diseñada para tal fin, pasando por aplicaciones de Visual Basic soportadas por bases de datos Access, llegando a aplicaciones complejas embebidas en software corporativos, y esto depende del tamaño de la empresa (Montilla, 2016).

1.3.2.7. Elementos/dimensiones Mantenimiento

1.3.2.7.1. Mantenibilidad

La posibilidad que una máquina regrese a funcionar con normalidad, después de realizarse el mantenimiento respectivo en un periodo de tiempo dado, bajo condiciones operacionales pre establecidas (Montilla, 2016, p. 97).

Por otra parte, la mantenibilidad es la posibilidad que un equipo o sistema sea reparado y regrese al su estado original, en un tiempo determinado, por ello es necesario el mantenimiento con metodologías e insumos definidos con anterioridad (Leandro, 2015, p. 33).

1.3.2.7.2. Disponibilidad

Es la capacidad de respuesta de una máquina o equipo desde el momento que entre en funcionamiento y en el tiempo que se requiera bajo condiciones específicas. Para alcanzar la producción programada (Montilla, 2016, p. 96-97).

Es el periodo durante el cual la máquina o el equipo está en condiciones de ser utilizado.

La programación de la producción establecerá el grado de disponibilidad que el sistema estudiado debe presentar (Leandro, 2015, p. 36-37).

1.3.2.7.3. Rendimiento

Es la baja eficiencia de una máquina o equipo, lo cual provoca la reducción de su capacidad de producción a la capacidad normal o planificado de la máquina (Sonmez, Testik y Testik, 2018).

1.3.2.7.4. Calidad

La calidad del producto va depender del estado de las máquinas y equipos, ya que su fabricación está directamente relacionada (máquina - producto) y disminuyendo los reprocesos (RAE, 2014).

1.3.2.7.5. Confiabilidad

Es la posibilidad que una máquina funcione con escasas fallas dentro de un determinado ciclo, bajo condiciones normales de operación, ambientales y entorno, si una máquina trabaja sin fallas es cien por ciento confiable y si tiene pocas fallas todavía es confiable. La confiabilidad está ligada a la calidad del producto, una baja calidad refleja decrecimiento en la confiabilidad, de igual modo la alta calidad refleja una buena confiabilidad (Mora, 2015, p. 95)

1.3.2.8. Indicadores de Mantenimiento

1.3.2.8.1. Indicador de Disponibilidad



Dónde:

- D: Disponibilidad
- MTBF: Tiempo medio entre fallas

- MTTR: Tiempo medio entre reparaciones

1.3.2.8.2. Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$\text{MTBF} = \frac{\text{TF}}{\text{NP}}$$

Dónde:

- MTBF: Tiempo medio entre fallas
- TF: Tiempo de funcionamiento
- NP: Número de paradas

Fuente: Elaboración propia. Datos: (Nahmias et al., 2015).

1.3.2.8.3. Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TTR}}{\text{NP}}$$

Dónde:

- MTTR: Tiempo medio entre reparaciones
- TTR: Tiempo total de reparaciones
- NP: Número de paradas

Fuente: Elaboración propia. Datos: (Nahmias et al., 2015).

1.3.2.8.4. La Confiabilidad

$$\text{Co} = \frac{\text{TF}}{\text{NP}}$$

Dónde:

- Co: Confiabilidad
- TF: Tiempo de funcionamiento.
- NP: Número de paradas.

Fuente: Elaboración propia. Datos: (Mora, 2015).

1.3.2.9. Ventajas y desventaja de mantenimiento

1.3.2.9.1. Ventajas del mantenimiento

Las virtudes que aporta son: extiende el ciclo de vida de máquinas y herramientas, incremento de disponibilidad, aminora los costos de restauración, disminuye los tiempos de inactividad, acrecienta las condiciones de operaciones, incremento de fiabilidad y propicia un ambiente laboral familiar (Mora, 2015).

1.3.2.9.2. Desventaja del mantenimiento

Las desventajas frecuentes son: disminuir las horas de trabajo cuando se realiza el mantenimiento, el no contar con conocimientos técnicos y prácticos para realizar el mantenimiento, no realizar un buen trabajo dañando las máquinas y recursos insuficientes (Albertos, 2012).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?
- ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?

1.5. Justificación del estudio

El proyecto en estudio manifiesta el porqué de la investigación explicando las razones. De esta manera se demuestra que la indagación es precisa y valiosa (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014). Se recoge 4 categorías que justifican el proyecto:

a. Conveniencia

El proyecto de implementación de mantenimiento preventivo servirá para aumentar la producción en la elaboración de harina de trigo, alargar la vida útil de las máquinas, minimizar las paradas no programadas de las máquinas (Sampieri, Collado y Lucio, 2014).

b. Justificación económica

Con la implementación del mantenimiento preventivo se reducirán las paradas en máquinas, se incrementará la productividad, disponibilidad, confiabilidad y reducirá los costos de mantenimiento correctivo (Bernal, 2013, p. 19).

c. Aporte teórico

El estudio rastrea soluciones que arreglen los problemas internos, contrastando los resultados de otras investigaciones previas. El conocimiento basado en la utilización de teorías vinculados a variables mantenimiento preventivo y productividad (Bernal, 2013, p. 106).

d. Aporte práctico

La investigación se sustenta de forma práctica porque su ejecución ayudará a mitigar las paradas fortuitas en el proceso de molinería, para ello se propone estrategias que mejoren la producción, también contribuirá para estudios similares en empresas de diferentes sectores. Así mismo al analizar detalladamente y describiendo el problema en el proceso de molinería se acierta la mejor alternativa de solución. Después del análisis se determina que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo es la mejor solución (Bernal, 2013, p. 106).

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Hi: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

1.6.2. Hipótesis Específicos

- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Santa María SAC, Independencia, 2019.
- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General

- Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.
- Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Tabla 10. Matriz de Coherencia

Problema	Objetivo	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.	Hi: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.
Específicos		
¿De qué manera la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.
¿De qué manera la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Fuente: Elaboración propia.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

2.1.1.1 Por finalidad

La investigación es aplicada enfocada en saber acerca de la realidad problemática para poder actuar y dar solución al problema encontrado a través de la adquisición de conocimientos o teorías las cuales le permitirán solucionar el problema hallado (Hernández Gracia, 2018).

2.1.1.2 Por enfoque

Este estudio es de enfoque cuantitativo porque se recolecta cifras para probar una hipótesis y el estudio descriptivo, para constituir modelos de conducta y justificar teorías. Con el enfoque cuantitativo se intenta predecir, explicar hechos indagados, averiguando si existen algunas regularidades o relaciones causales entre los elementos (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 4).

2.1.1.3 Por nivel

Es explicativa, porque indaga el vínculo entre las variables de estudio para entender su sistema y los aspectos que intervienen en su dinámica. Considera que los estudios explicativos ahondan en la explicación de ideas o fenómenos y la relación entre las mismas; presididos a argumentar las fuentes de los hechos y fenómenos físicos o generales (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 126).

2.1.1.4 Por diseño

Es cuasi experimental de escala progresiva, ya que el analista desempeña un dominio ínfimo referente a la variable independiente, no posee retribución casual de los individuos o conjunto de inspección. La investigación es cuasi experimental, fundamentalmente se empleará el planteamiento del antes y después de la prueba con un solo conjunto de series cíclicas (Hernández Gracia, 2018).

2.2 Variables y operacionalización

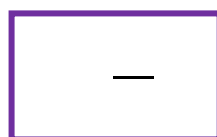
2.2.1 Variable independiente: Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un programa de horarios de inspecciones regulares para prever fallas futuras en los equipos. Cada máquina debe poseer un programa de

ajuste, lubricación, reemplazó de piezas gastadas o defectuosas a fin de mantener la función y la eficiencia de un activo (Mora, 2015, p. 429).

2.2.1.1 Dimensión 1: Confiabilidad

La confiabilidad es la facultad de que un equipo cumpla su desempeño sin paradas siempre y cuando se faciliten las condiciones indispensables para realizar su función. Está vinculada directamente con la calidad del equipo, es decir; si la calidad es baja entonces la confiabilidad también lo es y viceversa (Mora, 2015, p. 95).



Dónde:

- Co: Confiabilidad.
- TF: Tiempo de funcionamiento.
- NP: Número de paradas.

2.2.1.2 Dimensión 2: Disponibilidad

Es la posibilidad de que un equipo desempeñe apropiadamente su función en el instante que sea solicitado, posterior al inicio de su ejecución cuando se utiliza en condiciones estables. El tiempo de funcionamiento incorpora, el tiempo de reparación, tiempo inactivo y el tiempo del mantenimiento preventivo de ser el caso (Mora, 2015, p. 67).



Dónde:

- D: Disponibilidad.
- MTBF: Tiempo medio entre fallas.
- MTTR: Tiempo medio entre reparaciones.

2.2.2 Variable dependiente: Productividad

Es el resultado entre la cantidad fabricada y los requerimientos empleados para conseguirla, los requerimientos pueden ser, materia prima, establecimientos, máquinas, personal, entre otros. La productividad también se puede medir por el producto de eficiencia y eficacia (Humberto y Rojas, 2017).

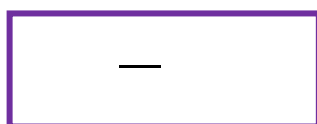


Dónde:

- P: Productividad
- Efi: Eficiencia
- Efa: Eficacia

2.2.2.1 Dimensión 1: Eficiencia

Elemento sustancial en la mejora de la producción, ya que, se basa en la utilización óptima de recursos. La eficiencia es emplear adecuadamente los recursos tratando de no ocasionar desperdicios de los mismos, utilizando la menor cantidad de recursos y por ende alcanzar una mayor productividad (Gutiérrez, 2014, p. 41).



Dónde:

- Efi: Eficiencia
- TU: Tiempo útil (horas)
- TT: Tiempo total (horas)

2.2.2.2 Dimensión 2: Eficacia

Otro factor indispensable que se encuentra presente en el desarrollo de la producción, la cual abarca el logro de los objetivos sin importar el empleo de recursos. El desarrollo de la eficacia está dada por el cumplimiento de las metas propuestas de producción o en otras palabras solamente llegar al objetivo propuesto, en el cual no se va a tener en consideración la cantidad de recursos sacrificados para llegar a la meta (Gutiérrez, 2014, p. 20).



Dónde:

Efa: Eficacia

PO: Producción obtenida (Kg)

PP: Producción programada (Kg)

A continuación, se presenta la matriz de operacionalización que será aplicada en la presente investigación.

Tabla 11. Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Es la inspección periódica de los equipos y máquinas, con el fin de detectar anomalías, deterioro y anticipar las fallas que puedan ocasionar paradas en la producción (MORA, 2015).	Mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se conocerá el estado actual de la maquinaria y equipos en el proceso de molinería, para ello se utilizarán las dimensiones de confiabilidad y disponibilidad.	CONFIABILIDAD	$\frac{Co}{TF \times NP}$ Co : Confiabilidad TF: Tiempo de funcionamiento (horas) NP: Número de paradas	RAZÓN
			DISPONIBILIDAD	$\frac{D}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ D : Disponibilidad MTBF : Tiempo medio entre fallos. MTTR: Tiempo medio para reparar.	RAZÓN
DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	La productividad es conseguir resultados eficientes con los mínimos recursos utilizados y lograr los objetivos en el tiempo planificado (Gutiérrez 2014, p.21).	La productividad aplicada al Mantenimiento preventivo mejorará los procesos que empleamos. Para ello nos apoyaremos en la eficiencia y eficacia reflejadas en el proceso de molinería especialmente en la producción de harina de trigo.	EFICIENCIA	$\frac{Efi}{TU + TT} \times 100\%$ Efi : Eficiencia TU : Tiempo Útil (horas) TT : Tiempo Total (horas)	RAZÓN
			EFICACIA	$\frac{PO}{PP} \times 100\%$ Efa : Eficacia PO : Producción Obtenida (Kg) PP : Producción Programada (Kg)	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Población y muestra

El total de sucesos concernientes a una serie de especificaciones. De la misma manera, son el universo de integrantes en los cuales puede mostrarse propiedades particulares o un evidente fenómeno en investigación (Hernández, 2014, p. 174).

Este proyecto tomará como población a la producción de harina de trigo en toneladas en el proceso de molienda y tamizado por un periodo de 09 semanas. Realizando un plan de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad.

2.3.1 Criterios de selección

Criterio de inclusión: para esta investigación se tomará las máquinas del proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, de lunes a domingo en 02 turnos de 12 horas cada uno, por un periodo de 09 semanas, para esto se recogerán los datos medibles en kilogramos en función al tiempo con la producción planificada.

Criterio de exclusión: se excluye a todas las máquinas que no pertenecen al proceso de molienda y tamizado.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Son medios empleados por el analista para recolectar información necesaria de una realidad o fenómeno en estima de las metas de estudio (Valderrama, 2015, p. 194).

Las técnicas empleadas en este proyecto son: Observación, análisis de datos e investigación bibliográfica, para saber con exactitud el estado de las máquinas.

2.4.2 Instrumentos

Se estima que un instrumento de medida apropiado es aquel que registra cifras observables, las cuales manifiestan ciertamente las ideas o variables que el experto tiene en mente (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 199). Para la medición de la variable dependientes como independiente se empleó fichas de recolección de datos (ver Tabla 12, 13, 14 y 15) para conocer el estado actual de las máquinas y producción.

2.4.2.1 Instrumento de variable dependiente: Productividad

2.4.2.1.1 Ficha de registro

La ficha de registro servirá para recolectar datos de producción, los tipos de productos, cantidades, peso y descripción del producto véase Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Ficha de reporte de producción

Ficha de reporte de producción											
Código	Fecha	Número	Documento	Tipo	Cantidad	Peso	Peso total	Descripción del producto	Unidad	Cliente	Transporte

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Indicador de medición de productividad

Ficha de de registro de la productividad de las máquinas								
Semanas	Equipos	Horas ejecutadas	Horas programadas	Eficiencia %	Producción obtenida(Kg)	Producción programada(Kg)	Eficacia %	Productividad %
Promedio eficiencia					Promedio eficacia			

Fuente: Elaboración propia.

Con el indicador de medición de productividad sabremos el porcentaje del mismo, el cual nos servirá para tener referencia del estado actual de producción.

2.4.2.2 Instrumento de la variable independiente: Mantenimiento preventivo

2.4.2.2.1 Ficha de actividades de fallas

El formato de actividades de fallas permitirá medir la variable independiente, en cuanto a paradas de máquinas y disponibilidad de las mismas véase Tablas 14 y 15.

Tabla 14. Ficha de fallas

Ficha de fallas en las máquinas de producción										
Fecha	Turno	Área	Tipo de producto	Motivo	Equipo	Descripción de actividades	Personal responsable	Hora de inicio	Hora final	Observación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Indicador de medición de mantenimiento

Indicadores de mantenimiento							
				D	X 100%	Co	
Semanas	Equipos	MTBF	MTTR	Disponibilidad %	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Número de paradas	Confiabilidad
Promedio de disponibilidad					Promedio de confiabilidad		

Fuente: Elaboración propia.

Este indicador de medición de mantenimiento servirá para evaluar el estado actual de las máquinas del proceso de molienda y tamizado.

2.4.3 Validez

La validez en términos universales describe el nivel que un instrumento mide las variables de un estudio específico (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 277).

Para poder determinar la validación de instrumentos de evaluación se sometió a técnica de juicio de expertos, por tres docentes de la UCV, entendidos especialistas en temas de investigación, evaluando las dimensiones e indicadores. De acuerdo a su criterio y experiencia.

2.4.4 Confiabilidad

Se entiende el nivel en que su empleo reiterado al mismo individuo u elemento produce resultados semejantes (Hernandez, 2014, p. 207) . La confiabilidad de un instrumento se da cuando se obtiene directamente la información del área de estudio para su procesamiento.

2.5 Métodos de análisis de datos

Análisis descriptivo

La estadística descriptiva considera los datos cuantitativos (números) de igual manera los datos cualitativos. La variable utiliza los siguientes datos, medidas de centralización como son la media aritmética, mediana, moda, de la misma manera la medida de dispersión tales como la varianza, desviación estándar, por último, con los datos obtenidos se realizan tablas, representación gráfica, los cuales permiten reducir la complicación de los datos, para lo cual se usa histograma, polígonos y diagramas longitudinales (Solano, 2018).

Análisis inferencial

La metodología de análisis inferencial se emplea para las generalidades de la muestra a la población. Se utiliza para acreditar hipótesis, hay que elegir un tamaño de muestra significativo acorde para evaluar parámetros (Solano, 2018).

Para este proyecto se empleará el programa Shapiro Wilk, ya que nuestros datos son menores de 30, luego usaremos la prueba de normalidad así se sabrá si son paramétricos o no paramétricos y de acuerdo a esto se procederá a usar el estadígrafo correspondiente al caso.

2.6 Aspectos éticos

Este proyecto respeta la autenticidad de los datos obtenidos, la propiedad intelectual, la veracidad de los resultados y de los datos entregados por la empresa ver Anexo 5. (Solano, 2018).

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Descripción de la empresa

Agroindustria Santa María SAC empresa dedicada a la transformación de productos nutritivos, Agroindustria Santa María SAC cuenta con tres líneas de producción (producción de fideos, hojuelas de avena, harina de trigo), con la marca Grano de Oro, que tiene aproxi-

madamente dos décadas comercializando sus productos. El proceso de molienda se realiza mediante molinos de rodillos que desgarran y trituran el grano, haciendo esta acción diferente respectivamente. La molienda se desarrolla por fases y cada fase produce un triturado y luego pasan por medio de tamices y separadores de aire, por ello el producto en los tamices son separados de acuerdo a su tamaño, cada fase de molienda genera una porción de harina las que obtuvieron partículas de menor tamaño y así se da en todas las fases subsiguientes de molienda, además las partículas de productos con mayor tamaño se pueden dar de dos maneras las partículas con la posibilidad de seguir produciendo harina y las que no tienen la posibilidad pasa a ser parte del subproducto (afrecho), por consiguiente se puede decir que la harina se separa de los subproductos, así obteniendo harina de trigo, salvado, semita y afrechos.

2.7.2 Base legal

Razón Social: Agroindustria Santa María SAC.

RUC: 20100166144

Página web: www.granodeoro.com.pe

Representante Legal: José Antonio Fon Sánchez

Actividad económica: manufactura (elaboración de alimentos)

Fecha de inicio de la actividad:

Dirección: Av. El polo 397 Edificio Empresarial El Polo 6° piso – Surco.

Planta de fabricación: calle las prensas N° 300 independencia- Lima.

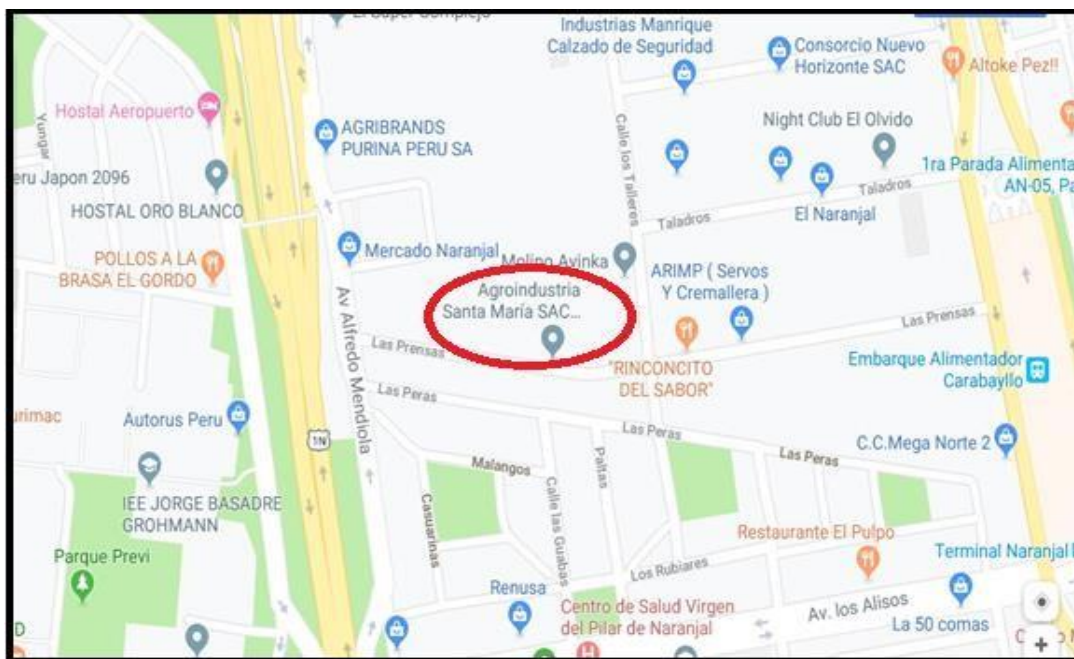


Figura 12. Ubicación de la empresa agroindustria Santa María SAC.

Fuente: Google Maps.

2.7.3 Plataforma estratégica

A continuación, se presenta la visión, misión y organigrama, de la empresa Agroindustria Santa María SAC. Donde se especifica el objeto de estudio.

Visión de la Empresa Agroindustria Santa Marías SAC.

Ser reconocidos como líderes en la fabricación de productos masivos, trabajar en procesos y recursos óptimos que nos permitan abastecer satisfactoriamente a nuestros clientes.

Misión de la Empresa Agroindustria Santa Marías SAC.

Agroindustria Santa María S.A.C. es una empresa dedicada a la elaboración de productos alimenticios, los peruanos gozan de la calidad de nuestros productos desde 1968. La base de nuestro trabajo está fundamentada en la honradez, calidad de nuestros productos, optimización de recursos y puntualidad, permitiéndonos ser más competitivos, innovando y mejorando continuamente nuestros productos y afianzando la posición de nuestra empresa, satisfaciendo plenamente las necesidades de nuestros clientes, llegando a los hogares peruanos con productos de la más alta calidad y a precios justos.

Valores de la Empresa Agroindustria Santa Marías SAC.

- **Responsabilidad.** Admitimos actuar con seriedad los actos y sus consecuencias en las distintas tareas que venimos desarrollando a bien de la organización.

- **Compromiso.** Nos involucramos a satisfacer con la honradez en todos los aspectos como organización a con el fin de lograr contemplar a nuestros usuarios y colaboradores. Asumir los compromisos de los clientes como nuestros.
- **Respeto.** Acatamos ser educados con los colaboradores ya que motivan que haya respeto mutuo y armonía de parte del empleador y los trabajadores.
- **Trabajo en Equipo.** Somos esencia de una corporación, en hacer las cosas bien, para el beneficio propio de la industria. Toda opinión o plan de mejora es tomada en cuenta y analizada por todo el equipo de trabajo.
- **Puntualidad.** Nos permita como empresa ser más desafiantes y afianzarnos en los hogares de familias a nivel nacional.
- **Profesionalismo.** Demostrar profesionalismo empresarial, así mismo sus colaboradores y empleados con el fin de mejorar continuamente en la mejora de sus procesos.
- **Calidad.** Garantizar que los productos sean nutritivos, seguros e inocuos, buscando una alta cualidad en la elaboración de harinas, con el fin de asegurar que los productos no causen daño a la salud de los consumidores.
- **Innovación.** Busca la constante innovación, para así ir mejorando y creciendo como empresa.

Logotipo de la empresa

En la *Figura 13* se muestra a continuación el logotipo de la empresa Agroindustria Santa María SAC.



Figura 13. Logo de la empresa agroindustria Santa María SAC.

Fuente: Agroindustria Santa María SAC.

Organización de la empresa.

La empresa Agroindustria Santa María SAC., tiene un organigrama líneo funcional, donde están caracterizados por estar centrados en la puntualidad, honradez y brindar una calidad de productos de primera, al servicio de sus usuarios y/o consumidores. Para cada proceso responsabiliza a un solo jefe de área para la realización de sus actividades programadas.

En la figura 14 se presenta el organigrama establecido en la empresa Agroindustria Santa María SAC, donde encabeza el Gerente General el señor José Antonio Fon Sánchez, Gerente de Operaciones al señor Francisco Fon Sánchez, compartidos a su vez por tres áreas de producción, comercialización y administración, teniendo como jefe de producción al señor Hugo Ancco Quispe, encargado de almacén el señor Romain Barrientos Arias mantenimiento mecánico por el señor Miguel Surco mantenimiento eléctrico el señor Héctor Ashcalla Matos jefatura de calidad la señora Mónica Acasiete y en la jefatura de recursos humanos el señor Roberto Alfaro de estas jefaturas el área de Recursos Humanos es quien se encarga de la contratación de personal y de dar seguimiento a cada uno de los integrantes de la empresa para que puedan desarrollarse con toda seguridad dentro de la empresa y el área de calidad verificando en cada punto de proceso los límites de control establecidos para obtener un producto de buena calidad y la parte de mantenimiento ya sea mecánico u eléctrico garantiza su operatividad de las máquinas para evitar averías y/o paradas.

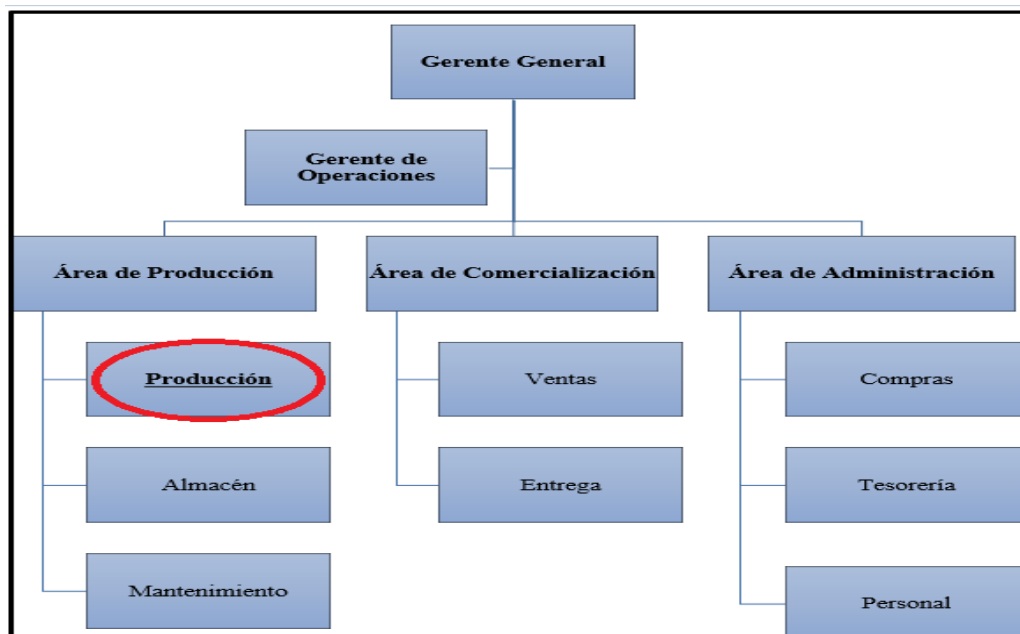


Figura 14. Organigrama de la empresa Agroindustria Santa María SAC

Fuente: Agroindustria Santa María SAC.

2.7.4 Objeto de estudio

El proceso de molienda y tamizado inicia desde la recepción de trigo realizando tomas de muestras de cada contenedor para determinar el análisis sensorial del producto, el almacenamiento se realiza en los silos, en pre-limpieza se retira la parte de impurezas sólidas tales como maderas, piedras, tallos grandes de trigo, maíz, soya, metales, propias de la importación del grano, en el acondicionado se le agrega agua. Luego se procede con la segunda humectación, realizando inspección del primero y segundo acondicionado determinan la humedad del trigo el cual tiene un rango de 13.3% a 14.8% para el primer acondicionado y el segundo acondicionado de 14.8% a 15.9%. Pasando a la etapa final de limpieza para retirar las barbillas del trigo, a continuación, ingresa al proceso de molienda y tamizado de harina de trigo realizando al mismo tiempo la fortificación, en seguida pasa a ser almacenado en los silos, para luego ser ensacado.

Se presenta el diagrama de flujo del proceso de molienda de trigo, la investigación se encuentra en el proceso de molienda y tamizado de la empresa Agroindustria Santa María SAC.

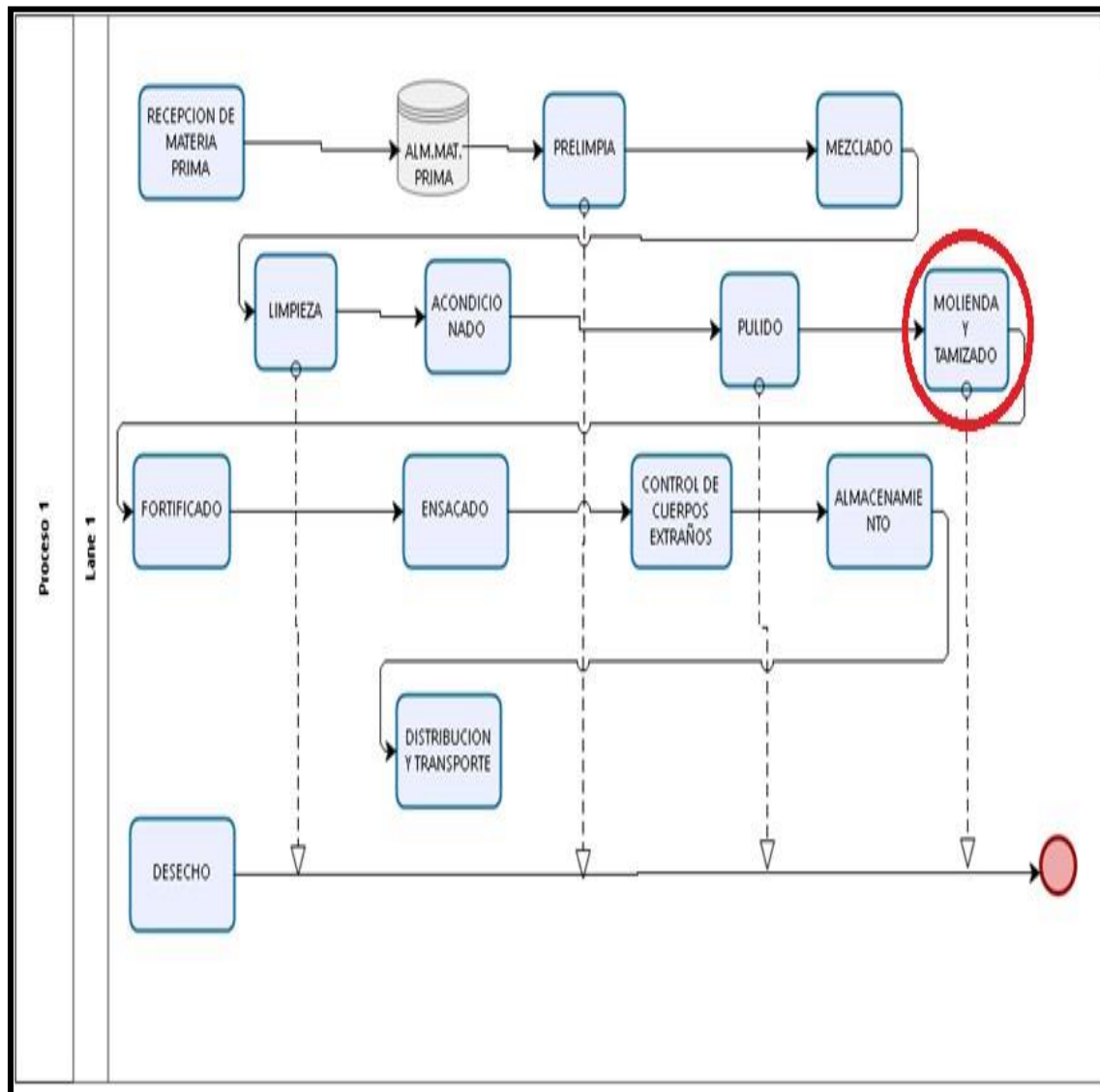


Figura 15. Diagrama de flujo del objeto de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 16 se aprecia el DOP del proceso de molienda y tamizado el cual inicia con la recepción de trigo, clasificación de impurezas, balanza automática para pesar el trigo, clasificador, despedradora, cilindro de trieur, pulidora, acondicionado 1, acondicionado 2, en cada uno de los procesos de acondicionados hay inspección de humedad, pulido y aspirado, balanza automática, banco de molienda, Sasores, plancifter, pulidora en esta etapa se realiza el frotado de trigo para retirar polvo fino, mezcladora, tolva de ensaque y finalmente ensacado.

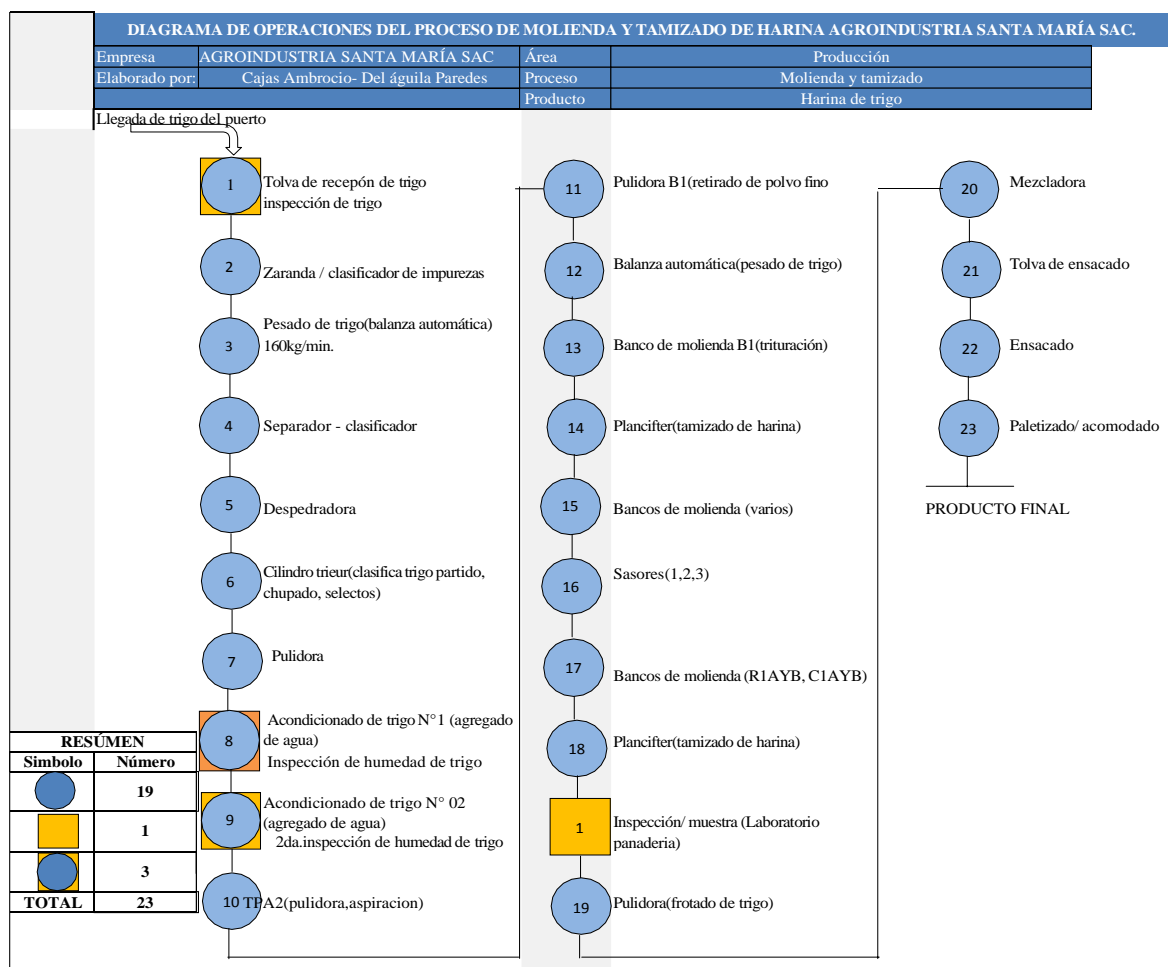


Figura 16. DOP del proceso de molinería (Niebel y Freivalds, 2014).

Fuente: Elaboración propia.

Máquinas del proceso de Molienda y Tamizado

Las máquinas del proceso de molienda y tamizado, sobre las cuales se procederá a realizar el trabajo de investigación para mejorar la productividad de la empresa Agroindustria Santa María SAC son máquinas que se adquirieron algunas en 2003 como la terminadora fabricada por Cremona-Italia, otras del 2006 como las máquinas de Banco fabricadas por GBS Group y Cremona-Italia, Sasores fabricadas por Sangati Berga S.A y las Terminadoras Sangati Berga S.A. como se aprecia son máquinas de varios años al servicio, por ello es necesario el plan de mantenimiento preventivo.

En la Tabla 16 se evidencia la codificación de las máquinas del proceso de molienda y tamizado de harina de trigo.

Tabla 16. Máquinas del proceso de molienda y tamizado

Nº	Código	Máquina	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Año
1	B2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
2	B2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
3	B1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
4	B1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
5	C2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
6	C2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
7	C1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
8	C1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
9	R2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
10	R2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
11	R1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
12	R1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
13	C7	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1811
14	C6	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1811
15	R4	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1812
16	R3	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1812
17	R1B	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1813
18	B3F	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1813
19	C5	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1814
20	C4	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1814
21	C3	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1815
22	B4F	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1815
23	B3G-A	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1816
24	B3G-B	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1816
25	P1	Plancifter	CREMONA/ITALIA	OCRIM	PKK250X1000	2006
26	P2	Plancifter	GBS GROUP	SYNT125/25	PKK250X1000	2006
27	S2-B	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-A	2006
28	S1-B	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-A	2006
29	S2-A	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-B	2006
30	S1-A	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-B	2006
31	TM71	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6196	2006
32	TM72	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6195	2006
33	TM73	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6194	2006
34	TS1	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSF 40/80	6198	2006
35	TS2	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSF 40/80	6197	2006
36	TS3	Terminadora	CREMONA/ITALIA	OCRIM	6199	2003
37	P1	Pulidora	SANGAT BERGA S.A	OCRIM	700	2003
38	MF	Mangas de filtro	SANGAT BERGA S.A	OCRIM	750	2003

Fuente: Elaboración propia.

MOLINERÍA

Los bancos de molienda se encargan de triturar el trigo, hasta reducirlo a harina.

En la *Figura 17*, se aprecia una de las 24 máquinas de bancos de molienda y tamizado las cuales tritura el trigo para posteriormente pasar al plancifter.



Figura 17. Bancos de molienda en el proceso de molienda y tamizado.

El cernido o tamizado le sigue a la trituración, a la reducción y compresión del grano o de sus fragmentos, no es siempre completa, en una sola pasada y los productos que se obtienen no son homogéneos en un inicio. El cernido o tamizado separa y clasifica los productos, divide y limpia las sémolas y las semolinas mientras extrae la harina producida. En todos los casos en el tamizado y/o cernido se reducen a una separación de partículas en diferentes dimensiones, iniciando por las más gruesas, mientras que las más finas pasan a constituir directamente en harina según su granulometría.

En la empresa Agroindustria Santa María SA, se cuenta con dos plancifter o cernidores, de los cuales tienen ocho cuerpos, cada cuerpo contiene entre 27 a 28 tamices de diferente micronaje. La carga que se reparte para los diferentes cuerpos se distribuyen según el tipo de pasaje a moler, cuatro cuerpos para el pasaje B-1, cuatro cuerpos para el pasaje B-2, cuatro cuerpos para el pasaje B-3, cuatro cuerpos para el pasaje B-4, dos cuerpos para el pasaje T-4, cuatro cuerpos para el pasaje R-1, tres cuerpos para el pasaje R-2, un solo cuerpo para el pasaje R-3, R-4, R-5, REPASO, DIV1-2, Aspiración y todos los pasajes provenientes de los cilindros compresores C-1 al C-9 véase las *Figuras 18, 19 y 20*.

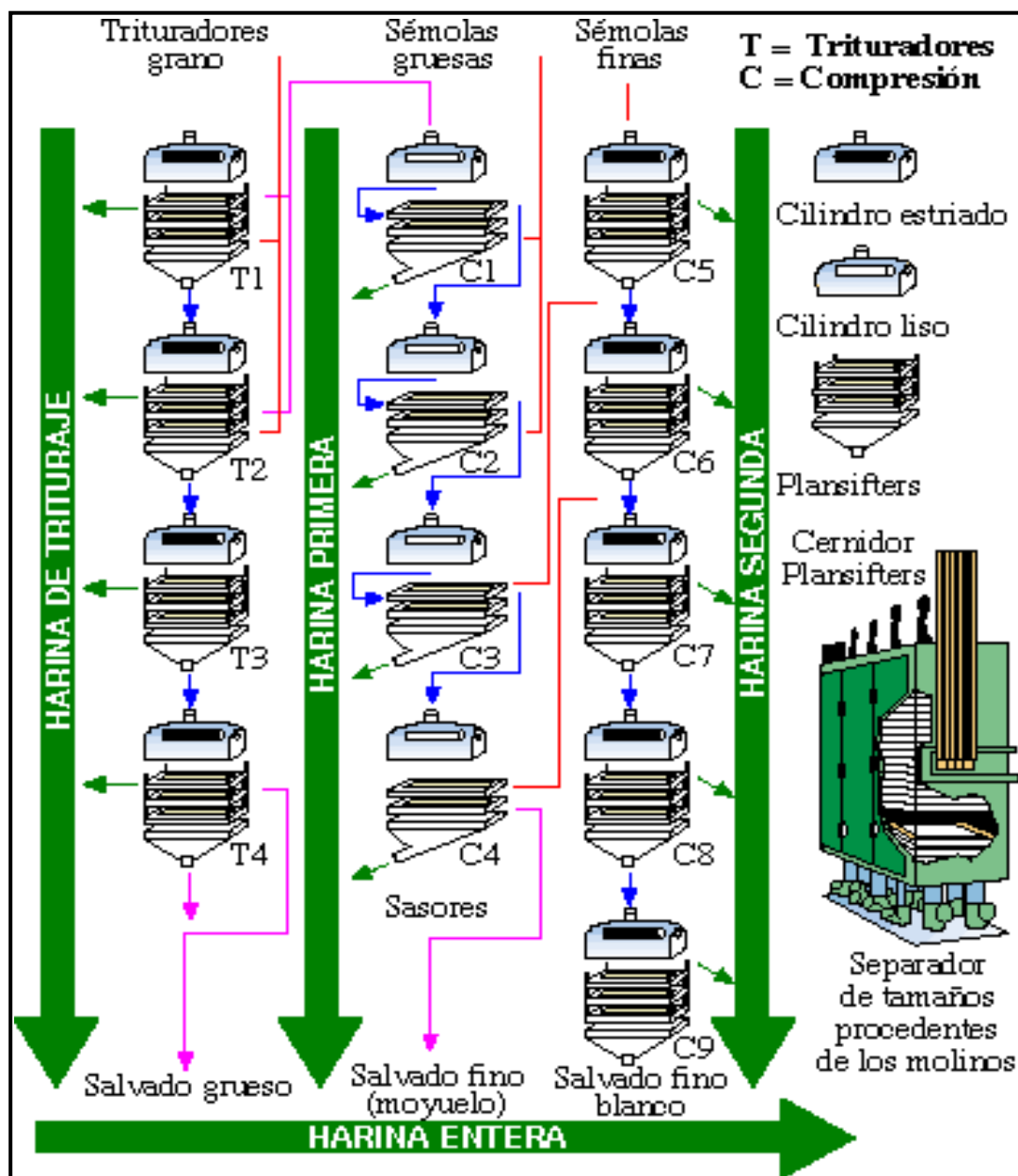


Figura 18. Esquema de simbología de plancifter en proceso de molienda y tamizado.

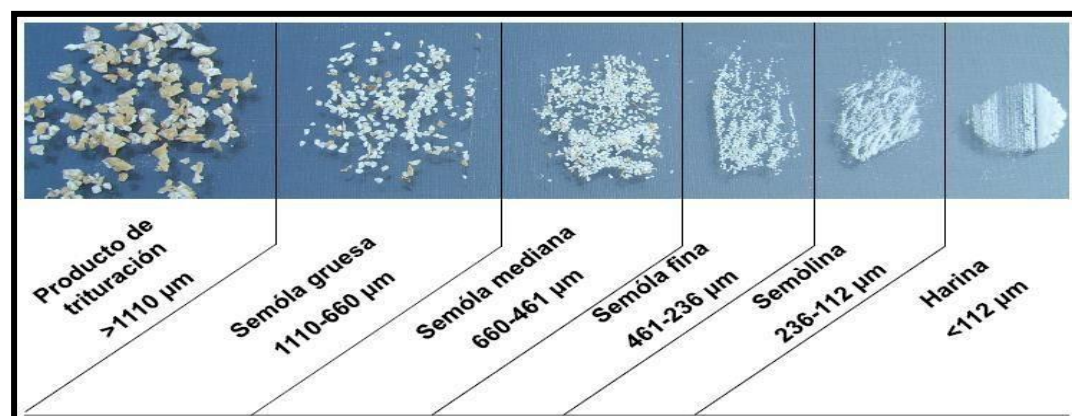


Figura 19. Pasajes de seis salidas del plancifter.



Figura 20. Diagrama de pasajes de seis salidas de un plancifter.

En la Figura 21, se aprecia la máquina de sasar la cual clasifica la sémola de trigo y la harina para dar paso al plancifter.



Figura 21. Sasor de molienda y tamizado.

Figura 22 se presenta una de las seis máquinas terminadoras de harina, mediante tamices selecciona la harina como producto final y subproductos.



Figura 22. Terminadora de harina en proceso de molienda y tamizado.

En la Figura 23 se aprecia la pulidora encargada de friccionar al trigo, para limpiar las barbillas del trigo antes de ingresar a los bancos de molienda.

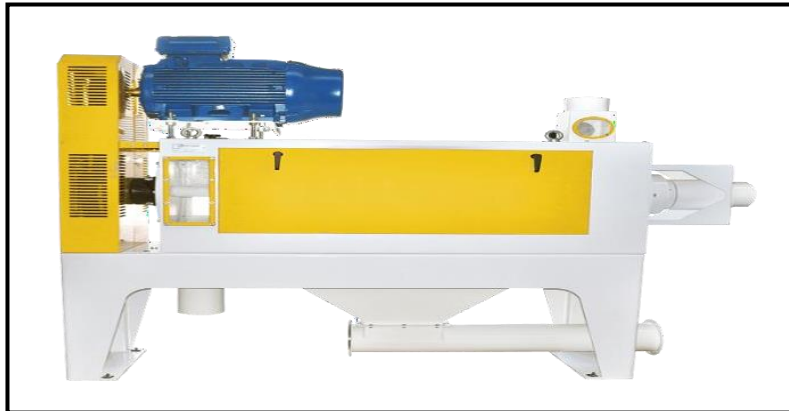


Figura 23. Pulidora de trigo.

Las mangas de filtros son equipos que sirven para la separación sólido – gas aparecen en todos los equipos para eliminar partículas sólidas y con esto evitar la contaminación, estas mangas de filtro son como una aspiradora y todas las partículas quedan retenidas en las mangas de filtros, todo esto con la finalidad de controlar la contaminación del aire, recuperar productos, eliminar los peligros latentes para la salud y/o seguridad y mejorar la calidad del producto véase las Figuras 24 y 25.

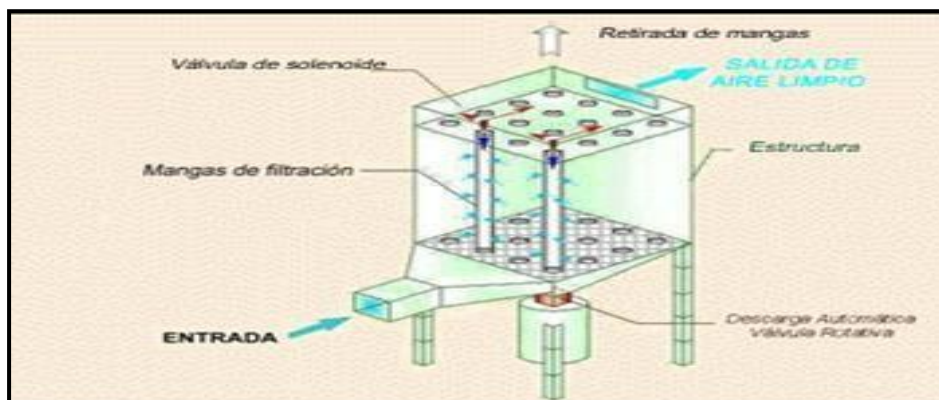


Figura 24. Estructura de mangas de filtro.

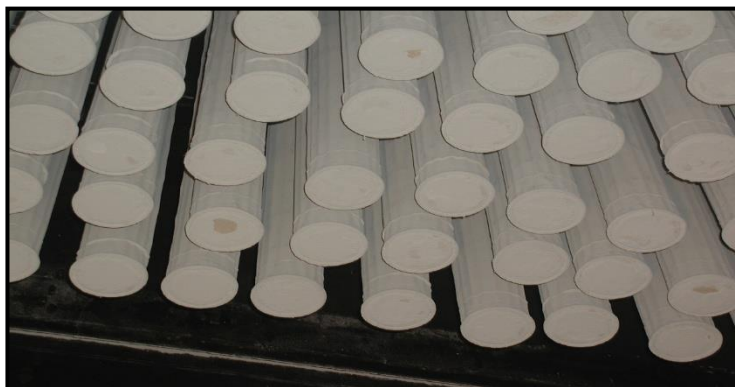


Figura 25. Mangas de filtro parte interna.

El personal que labora en el proceso de molienda y tamizado tiene horario de 2 turnos cada turno de 12 horas los 7 días de la semana. En cada turno se encuentran 5 personas de producción y un jefe de producción el cual planifica las órdenes de producción.

Tabla 17. Capacidad de la planta.

CAPACIDAD INSTALADA	250 TM
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	235 TM
CAPACIDAD DE PROCESO	130 Kg/min.

Fuente: Elaboración propia.

No se alcanza la capacidad instalada por el problema de las paradas no programadas de máquinas las cuales afectan directamente la producción, además del afrecho y acemite.

Según la Tabla 17 las unidades producidas son de 130 kg por minuto

Conociendo las unidades producidas en una hora se procede a sacar la capacidad de proceso por 24 horas

Conociendo las unidades producidas por 24 horas se procede a realizar el cálculo por 7 días

Según la Tabla 17 se evidencia teóricamente las unidades producidas de 1'310,400 kg semanales de harina de trigo.

En las *Figuras 26 y 27*, se presenta el proceso de trituración y compresión de la harina de trigo. Mediante las etapas desde su inicio con la trituración de trigo hasta la compresión de harina de trigo en los cilindros (Bancos de molienda).

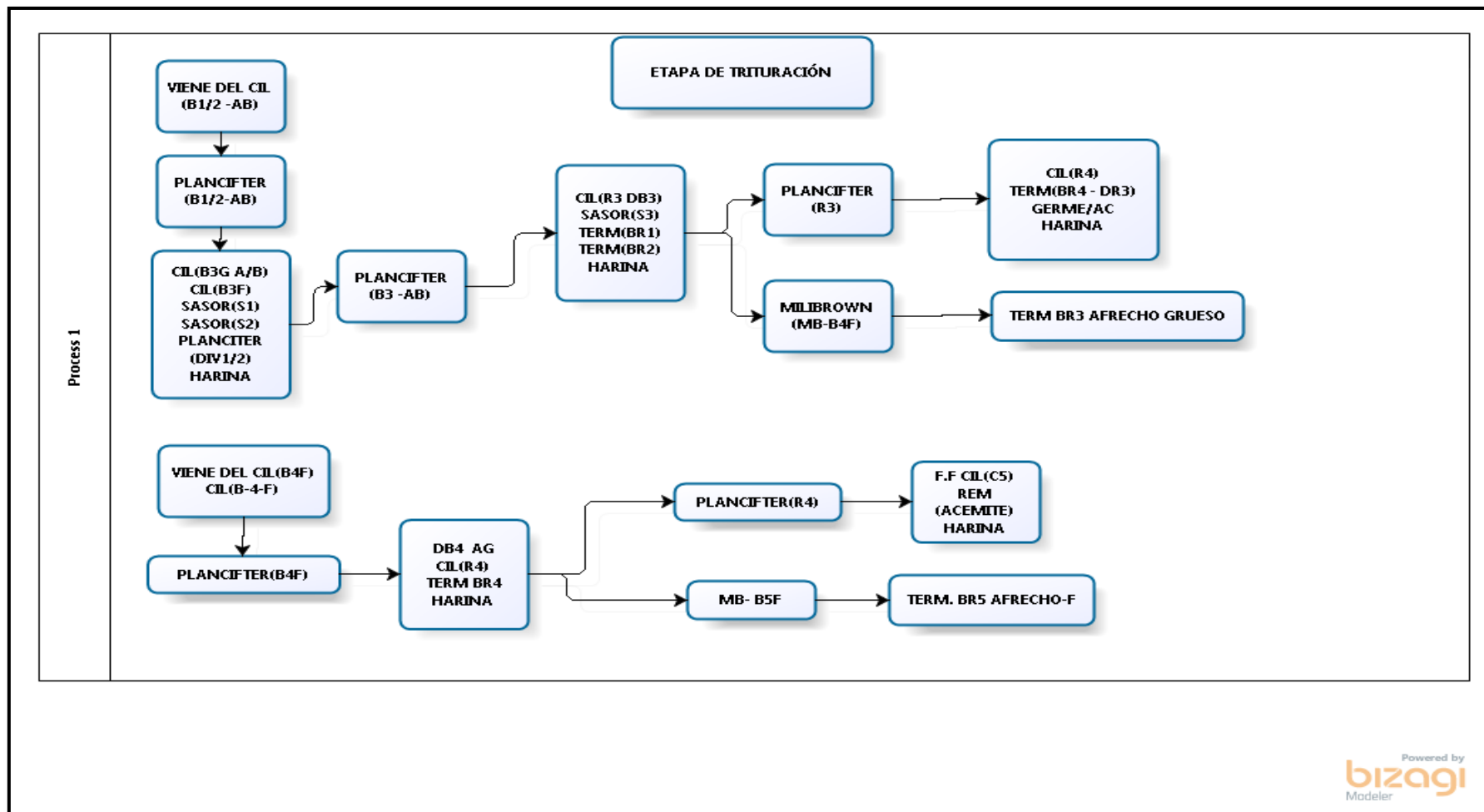


Figura 26. Diagrama de flujo en la etapa de trituración de trigo.

Fuente: Elaboración Propia.

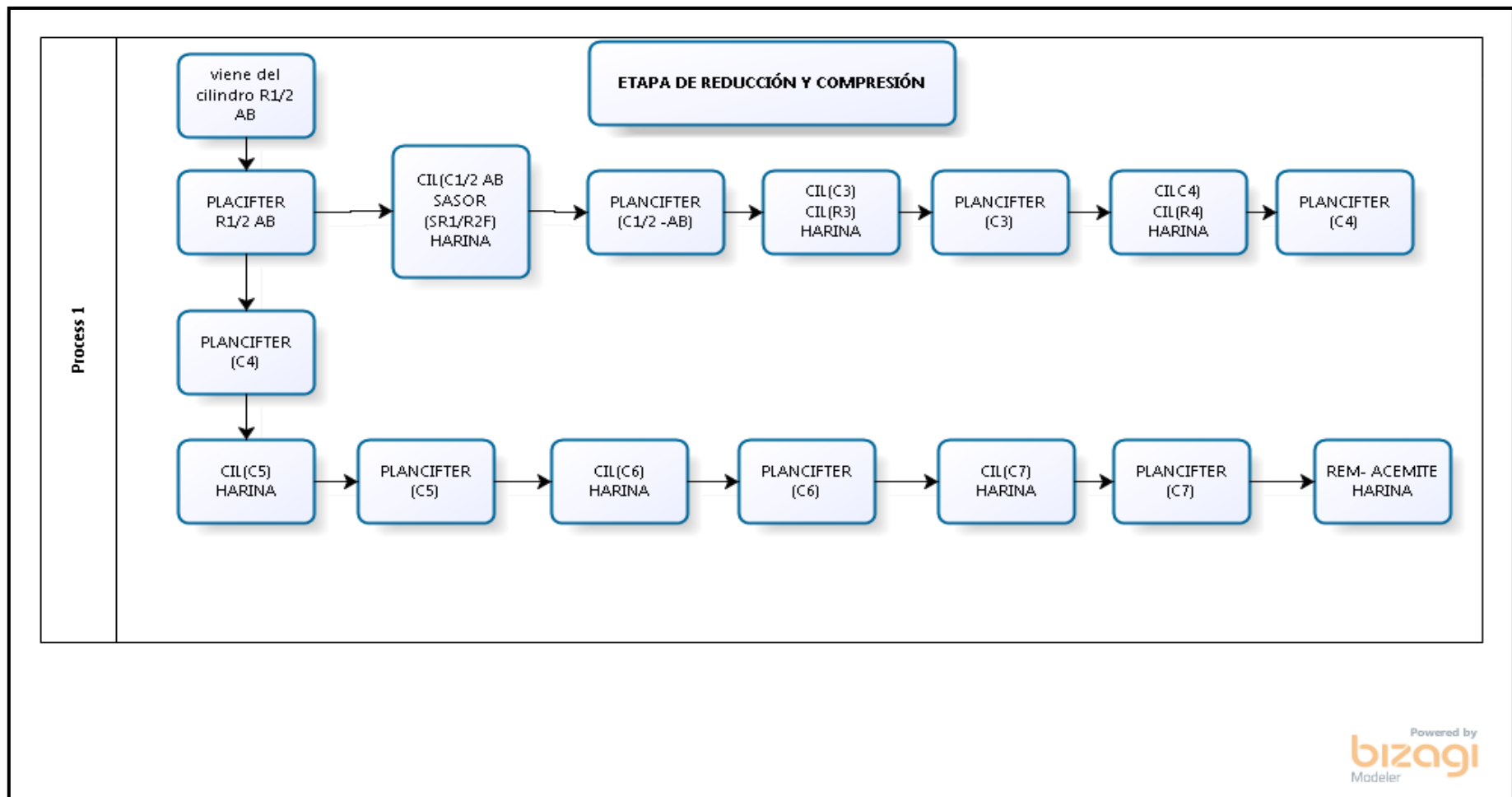


Figura 27. Diagrama de flujo en la etapa de reducción y compresión de trigo.

Fuente: Elaboración Propia.

2.7.5 Pre-test

Exceso de mantenimiento correctivo

Como se aprecia en la Tabla 18 las horas de paradas de máquinas en la empresa Agroindustria Santa María SAC, se evidencia que solamente se realiza mantenimiento correctivo, quiere decir que solo cuando la máquina para se procede a realizar el mantenimiento por el personal técnico esto nos sirve como antecedente para la variable independiente.

Tabla 18. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de abril

Abril	Horas de paradas	%
01/04/2019 - 07/04/2019	3	7%
08/04/2019 - 14/04/2019	7	16%
15/04/2019 - 21/04/2019	21	48%
22/04/2019 - 28/04/2019	13	30%
Total	44	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 28* se presenta el número de paradas, representados en porcentajes medidos en cuatro semanas antes de realizar la toma de datos del pre-test.

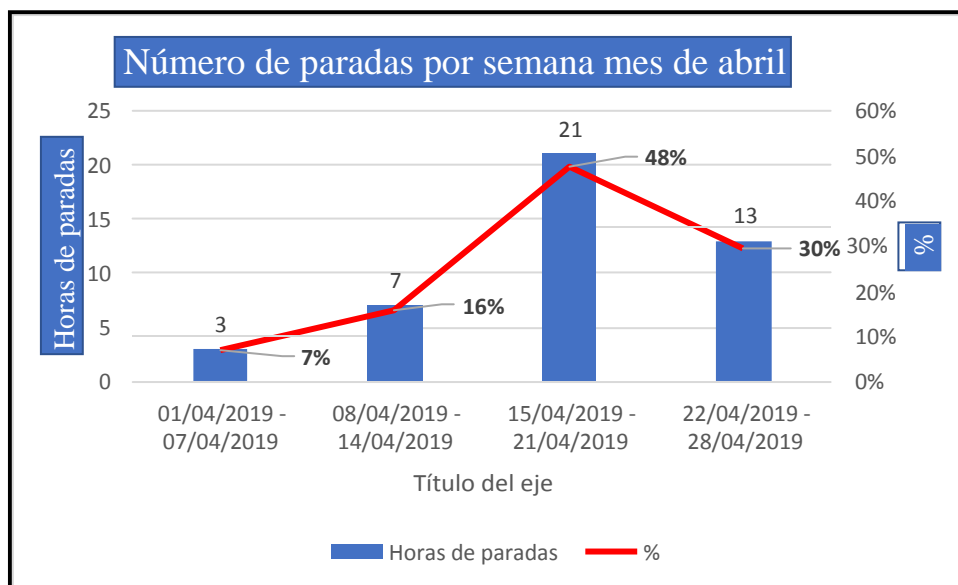


Figura 28. Número de paradas por semana en mes de abril.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 19 se presenta el historial de paradas no programadas diarias en máquinas, el cual, los datos tomados de las 09 semanas en estudio. Obteniendo un total de 219 horas de paradas y 49 número de paradas. Con esto se procura al cálculo de las dimensiones de las variables.

Tabla 19. Historial de paradas no programadas de máquinas en molienda y tamizado mayo y junio

Fecha	N°	Motivo	Máquinas	Motivo de paradas	Horas de parada	N° de Paradas por semana
29/04/2019	P1	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ATORO DEL EQUIPO	1	8
01/05/2019	P2	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	FALLA DE ENERGÍA	24	
02/05/2019	P3	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	FALLA DE ENERGÍA	12	
03/05/2019	P4	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE TELAS	2	
05/05/2019	P5	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B3	ATORO EN EL BANCO	1	
05/05/2019	P6	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B3	ATORO EN EL BANCO	4	
05/05/2019	P7	NO PROGRAMADA	MANGAS DE FILTRO	ATORO	2	
05/05/2019	P8	NO PROGRAMADA	BANCO R1A	CAMBIO DE FAJA	2	
07/05/2019	P9	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA	1	5
09/05/2019	P10	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA	2	
09/05/2019	P11	NO PROGRAMADA	TERMINADORA BR2	ATORO EN EL EQUIPO	1	
10/05/2019	P12	NO PROGRAMADA	BANCO R 1/2	REVISION DE LA FAJA	2	
11/05/2019	P13	NO PROGRAMADA	ESCLUSA DEL PLANSIFTER C3	REVISION DEL PIN	1	
15/05/2019	P14	NO PROGRAMADA	SASOR S1/AB	CAMBIO DE BOLITAS DE JEBE	1	2
19/05/2019	P15	NO PROGRAMADA	SASOR S2/A	FALLA TÉRMICA	6	
20/05/2019	P16	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	FALLA TERMICA	1	7
21/05/2019	P17	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELA	1	
21/05/2019	P18	NO PROGRAMADA	BANCO	ROTURA DE FAJA	3	
22/05/2019	P19	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	FALLA EN LA BASE DEL RODAMIENTO	16	
23/05/2019	P20	NO PROGRAMADA	BANCO BR5A	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
26/05/2019	P21	NO PROGRAMADA	TERMINADORA B1/2A	ATORO	1	
26/05/2019	P22	NO PROGRAMADA	TERMINADORA	ATORO	1	
27/05/2019	P23	NO PROGRAMADA	TERMINADORA R1/2A	ATORO EN EL EQUIPO	2	6
28/05/2019	P24	NO PROGRAMADA	TERMINADORA	ATORO	1	
28/05/2019	P25	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	CAIDA DE TENSION ELECTRICA	1	
29/05/2019	P26	NO PROGRAMADA	BANCO B3G Y B3F	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
01/06/2019	P27	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	LIMPIEZA	24	
02/06/2019	P28	NO PROGRAMADA	BANCO B1	CAMBIO DE FAJA	3	8
03/06/2019	P29	NO PROGRAMADA	BANCO B36	CAMBIO DE FAJA	1	
03/06/2019	P30	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	CORTE DE ENERGIA ELECTRICA	2	
04/06/2019	P31	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	SONIDO EXTRAÑO EN RODAMIENTO	3	
05/06/2019	P32	NO PROGRAMADA	SASOR S2A 81M	FALLA EN LA BASE DEL RODAMIENTO	5	
06/06/2019	P33	NO PROGRAMADA	SASOR S2	ROTURA DE TELA	1	
08/06/2019	P34	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE TELAS	1	
08/06/2019	P35	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELAS ROTAS	4	
09/06/2019	P36	NO PROGRAMADA	BANCO C3	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	2	5
10/06/2019	P37	NO PROGRAMADA	BANCO B1	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	4	
14/06/2019	P38	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA EN C1/2	1	
14/06/2019	P39	NO PROGRAMADA	BANCO B3CA	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
15/06/2019	P40	PROGRAMADO	TODO EL MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
16/06/2019	P41	PROGRAMADO	TODO EL MOLINO	FUMIGACIÓN	24	5
17/06/2019	P42	NO PROGRAMADA	BANCO R3	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	6	
17/06/2019	P43	NO PROGRAMADA	BANCO C5 Y BANCO R4	ATORO EN LOS BANCOS DE MOLIENDA	7	
18/06/2019	P44	NO PROGRAMADA	BANCO C7	FALLA TERMICA POR ALTO AMPERAJE	5	
19/06/2019	P45	NO PROGRAMADA	BANCO R4	ATORO EN LOS BANCOS DE MOLIENDA	1	
19/06/2019	P46	NO PROGRAMADA	BANCO B3A	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	3
24/06/2019	P47	NO PROGRAMADA	SASOR	ROTURA DE TELA	2	
26/06/2019	P48	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE PASAJES C4 Y C5	1	
27/06/2019	P49	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B1	QUEMADURA DE LAS FAJAS DEL BANCO	5	49
Total					219	

Fuente: Elaboración propia de paradas no programadas con datos de la empresa Agroindustria Santa María SAC.

Tabla 20. Historial de frecuencias de paradas no programadas de mayo y junio del 2019

Nº	Máquinas	Motivo de paradas	Número de fallos	%
P3	Banco de molienda	Quemaduras de las fajas del banco B1	18	36.73%
P2	Plancifter	Rotura de telas en pasaje C1	9	18.37%
P10	Sasor S2A	Fallas en la base del rodamiento	8	16.33%
P8	Todo el molino	Corte de energía eléctrica	7	14.29%
P7	Terminadora	Atoro en la terminadora	5	10.20%
P11	Mangas de filtro	Atoro en mangas de filtro	1	2.04%
P9	Exclusa del plancifter c3	Revision del PIN de las exclusas	1	2.04%
TOTAL			49	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

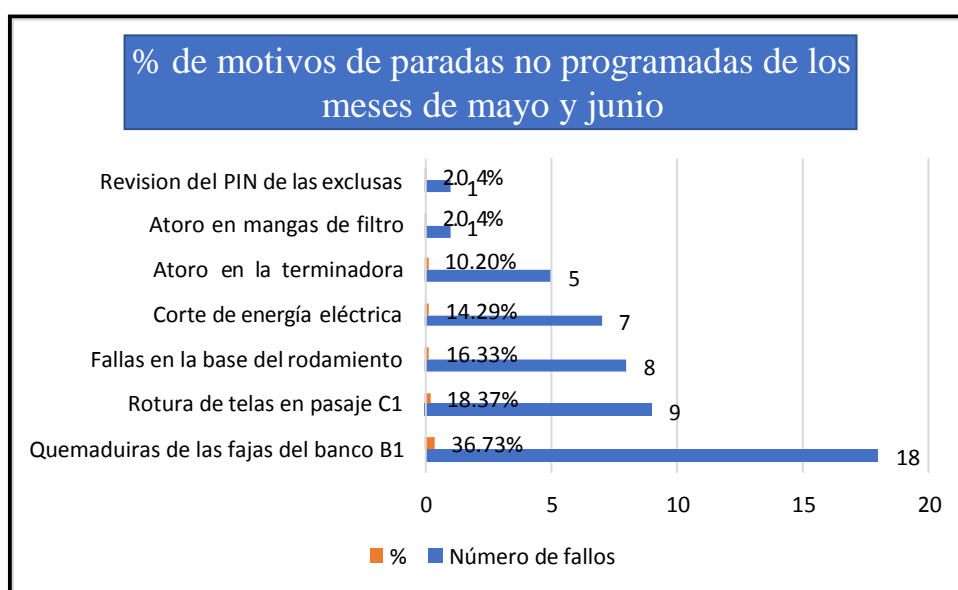


Figura 29. % de motivos de paradas de los meses de mayo y junio.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20 y *Figura 29* se presenta las máquinas y el motivo de mayor número de paradas encabezado por quemaduras en las fajas del banco de moliendas con 36.73%, seguido por roturas de telas con 18.37%, fallas en la base del rodamiento de los Sasores con 16.33%, corte de energía eléctrica 14.29%, atoros en la terminadora 10.20%, atoros en las mangas de filtro y revisión del PIN de las esclusas del plancifter con 2.04%.

En la Tabla 21 se presenta las horas de paradas de las máquinas del proceso de molienda y tamizado de harina de trigo por semanas tomadas en el mes de mayo para el pre-test con respecto al estudio de mantenimiento correctivo.

Tabla 21. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de mayo

Mayo	Horas de paradas	%
29/04/2019 - 05/05/2019	48	40.7%
06/05/2019 - 12/05/2019	7	5.9%
13/05/2019 - 19/05/2019	7	5.9%
20/05/2019 - 26/05/2019	24	20.3%
27/05/2019 - 02/06/2019	32	27.1%
Total	118	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 30* se aprecia el porcentaje de paradas de máquinas del mes de mayo concernientes mantenimiento correctivo.

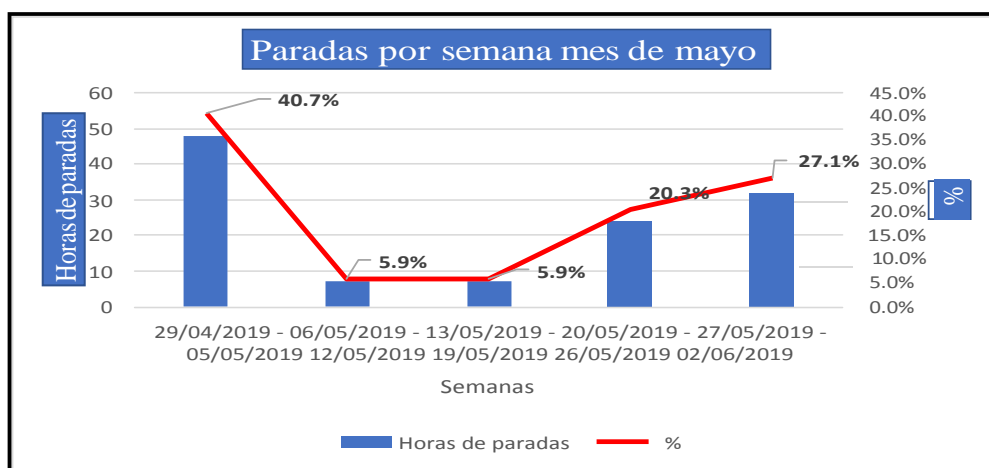


Figura 30. Paradas por semana en mes de mayo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 22 se presenta las horas de paradas de máquinas del mes de junio para el respectivo estudio de la variable independiente.

Tabla 22. Horas de paradas de máquinas por semana en el mes de junio

Junio	Horas de paradas	%
03/06/2019 - 09/06/2019	19	18.8%
10/06/2019 - 16/06/2019	54	53.5%
17/06/2019 - 23/06/2019	20	19.8%
24/06/2019 - 30/06/2019	8	7.9%
Total	101	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 31* se aprecia el porcentaje de paradas de máquinas del mes de junio concernientes mantenimiento correctivo.

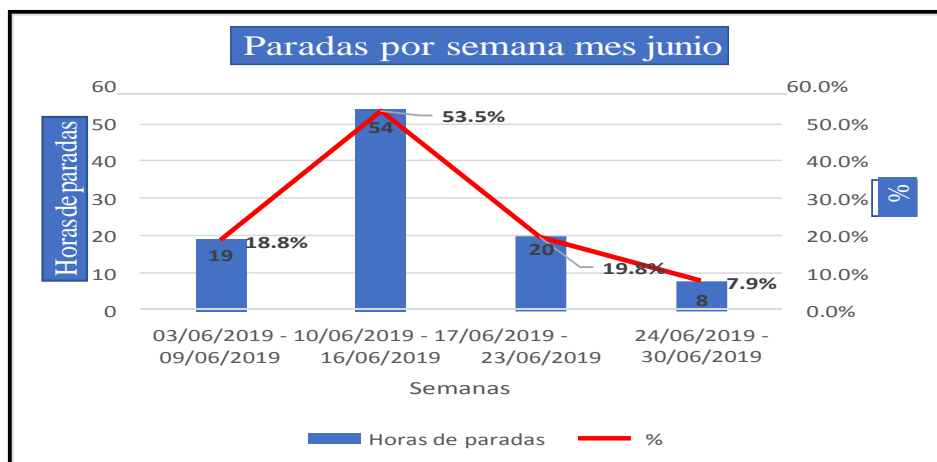


Figura 31. Paradas por semana en mes de junio.

Fuente: Elaboración propia.

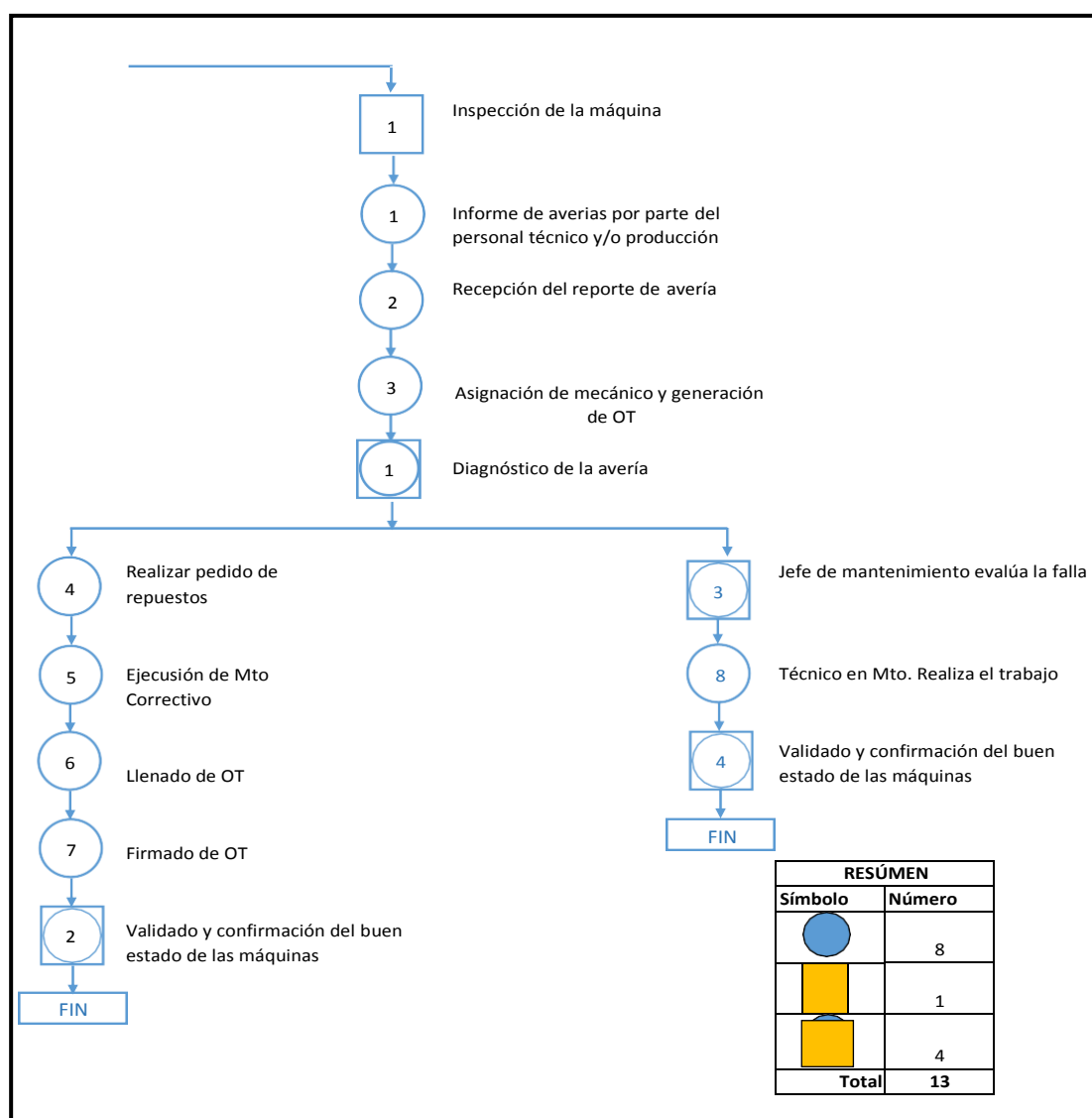


Figura 32. DOP del proceso de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 32* se aprecia el DOP de mantenimiento correctivo inicia con la inspección de la máquina, reporte del área de producción sobre la falla o avería de algunas de las máquinas del proceso. Donde se informa directamente al jefe de mantenimiento quien genera la orden de trabajo (OT) y decide si la máquina puede ser revisado por el técnico y este determinará el trabajo a realizar o si es que será designado a un taller externo. Si el trabajo se realiza dentro del taller, se procede a solicitar el pedido de repuestos al almacén. Una vez terminado los trabajos el personal técnico mecánico se encarga de registrar los trabajos realizados en la orden de trabajo, la máquina y/o equipo reparado es comunicado al área de producción bajo la constancia del óptimo funcionamiento.

A continuación, se presenta en la Tabla 23 el historial de producción del mes de mayo, para poder hallar los indicadores de las variables dependiente e independiente.

Tabla 23. Historial de producción del mes de mayo

Fecha	Harina panadera Kg	Harina fideera Kg	Producción real Kg	Producción Programada Kg	Eficacia (%)
02/05/2019	23260.24	59338	82598.24	187200	44.12%
03/05/2019	158889.9	0	158889.9	187200	84.88%
04/05/2019	179000	0	179000	187200	95.62%
05/05/2019	112930.1	0	112930.1	187200	60.33%
06/05/2019	140260.04	10445	150705.04	187200	80.50%
07/05/2019	139773.05	38051	177824.05	187200	94.99%
08/05/2019	170578.06	8055	178633.06	187200	95.42%
09/05/2019	171749.9	10667	182416.9	187200	97.44%
10/05/2019	138395.97	26078	164473.97	187200	87.86%
11/05/2019	176220.52	0	176220.52	187200	94.13%
12/05/2019	0	176220.52	176220.52	187200	94.13%
13/05/2019	175704.77	4382	180086.77	187200	96.20%
14/05/2019	164755.75	0	164755.75	187200	88.01%
15/05/2019	160999	2165	163164	187200	87.16%
16/05/2019	169184.5	0	169184.5	187200	90.38%
17/05/2019	180737.5	0	180737.5	187200	96.55%
18/05/2019	129068.28	38511	167579.28	187200	89.52%
19/05/2019	0	123068.23	123068.23	187200	65.74%
20/05/2019	70589.1	104933	175522.1	187200	93.76%
21/05/2019	164618.43	4423	169041.43	187200	90.30%
22/05/2019	45778.67	0	45778.67	187200	24.45%
23/05/2019	159189.92	0	159189.92	187200	85.04%
24/05/2019	179273.1	0	179273.1	187200	95.77%
25/05/2019	150043	27157	177200	187200	94.66%
26/05/2019	11933.65	151976.65	163910.3	187200	87.56%
27/05/2019	154358.8	20000	174358.8	187200	93.14%
28/05/2019	120358.84	42237	162595.84	187200	86.86%
29/05/2019	83622.9	98719	182341.9	187200	97.40%
30/05/2019	172361	7353	179714	187200	96.00%
31/05/2019	170914.7	0	170914.7	187200	91.30%

Fuente: Elaboración propia con datos de producción de la empresa Agroindustria Santa María SAC.

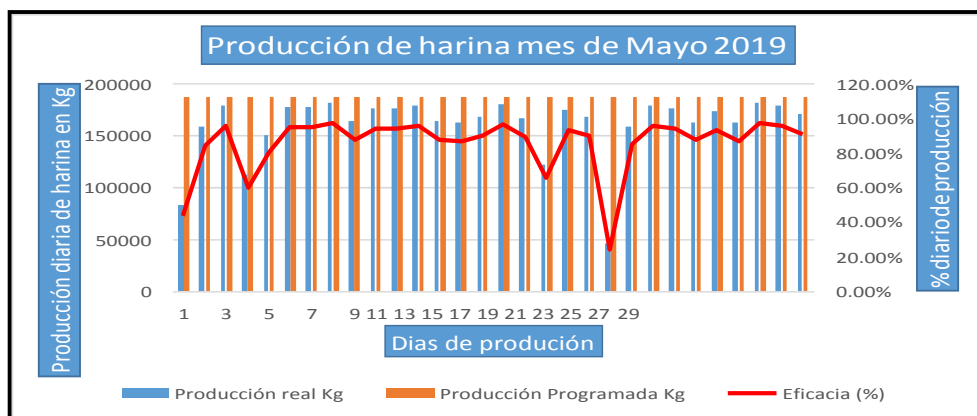


Figura 33. Producción del mes de mayo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 33 se aprecia el porcentaje de producción de harina del mes de mayo para mejor visualización.

En la Tabla 24 se presenta el historial de producción del mes de junio, para poder hallar los indicadores de las variables.

Tabla 24. Historial de producción del mes de junio

Fecha	Harina panadera Kg	Harina fideera Kg	Producción real Kg	Producción Programada Kg	Eficacia (%)
01/06/2019	0	0	0	187200	0.00%
02/06/2019	173988.9	0	173988.9	187200	92.94%
03/06/2019	160315.833	0	160315.833	187200	85.64%
04/06/2019	150618.831	0	150618.831	187200	80.46%
05/06/2019	140309.575	0	140309.575	187200	74.95%
06/06/2019	131131.34	24921	156052.34	187200	83.36%
07/06/2019	105051.8	70003	175054.8	187200	93.51%
08/06/2019	106341.97	62002	168343.97	187200	89.93%
09/06/2019	106341.97	50000	156341.97	187200	83.52%
10/06/2019	177523.05	0	177523.05	187200	94.83%
11/06/2019	185108.75	0	185108.75	187200	98.88%
12/06/2019	174324.4	0	174324.4	187200	93.12%
13/06/2019	96563.2	68465	165028.2	187200	88.16%
14/06/2019	122262.8	30604	152866.8	187200	81.66%
15/06/2019	0	0	0	187200	0.00%
16/06/2019	0	0	0	187200	0.00%
17/06/2019	40532.6	33429	73961.6	187200	39.51%
18/06/2019	135153.7	0	135153.7	187200	72.20%
19/06/2019	162980.4	0	162980.4	187200	87.06%
20/06/2019	173047.25	0	173047.25	187200	92.44%
21/06/2019	148408.35	33856	182264.35	187200	97.36%
22/06/2019	122222.493	54194	176416.493	187200	94.24%
23/06/2019	122222.493	54194	176416.493	187200	94.24%
24/06/2019	87180.19	79965	167145.19	187200	89.29%
25/06/2019	167626	0	167626	187200	89.54%
26/06/2019	157404.8	0	157404.8	187200	84.08%
27/06/2019	178584.9	0	178584.9	187200	95.40%
28/06/2019	169149.4	0	169149.4	187200	90.36%
29/06/2019	165563.6	0	165563.6	187200	88.44%
30/06/2019	165563.6	0	165563.6	187200	88.44%

Fuente: Elaboración propia con datos de producción de la empresa Agroindustria Santa María SAC.

En la *Figura 34* se aprecia el porcentaje de producción de harina del mes de junio para mejor visualización.

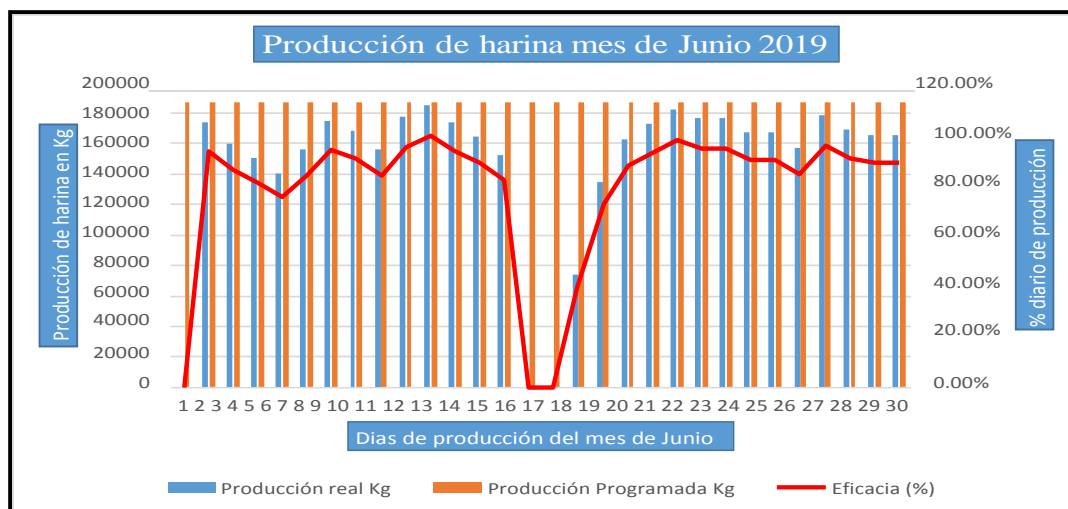


Figura 34. Producción del mes de junio.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos analizados corresponden a 9 semanas en los meses de mayo y junio, para obtener la eficiencia (Tabla 25), eficacia (Tabla 26) y la productividad (Tabla 27) actual de las máquinas del proceso de molienda y tamizado. Los datos tomados en la Tabla 25, son las horas ejecutadas en el proceso de molienda y tamizado de la jornada laboral con las horas programadas por el Ingeniero de planta.

Tablas 25. Eficiencia actual del proceso de molinería y tamizado a partir de horas máquina.

Eficiencia actual del proceso de molienda v tamizado E x100%			
Semanas	Horas ejecutadas	Horas programadas	Eficiencia %
29/04/2019 - 05/05/2019	4560	6384	71.43
06/05/2019 - 12/05/2019	6118	6384	95.83
13/05/2019 - 19/05/2019	6118	6384	95.83
20/05/2019 - 26/05/2019	5472	6384	85.71
27/05/2019 - 02/06/2019	5168	6384	80.95
03/06/2019 - 09/06/2019	5662	6384	88.69
10/06/2019 - 16/06/2019	4332	6384	67.86
17/06/2019 - 23/06/2019	5624	6384	88.10
24/06/2019 - 30/06/2019	6080	6384	95.24
Promedio de eficiencia actual			85.52

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 se muestra la eficacia mediante la producción obtenida entre la producción programada, el cual se encuentra en un 85.52%.

Tabla 26. Eficacia actual del proceso de molienda y tamizado

Eficacia actual del proceso de molienda y tamizado			Efa x100%
Semanas	Producción obtenida(Kg.)	Producción programadas(Kg.)	Eficacia %
29/04/2019 - 05/05/2019	657664.76	1310400	50.19
06/05/2019 - 12/05/2019	1206494.06	1310400	92.07
13/05/2019 - 19/05/2019	1148576.03	1310400	87.65
20/05/2019 - 26/05/2019	1069915.52	1310400	81.65
27/05/2019 - 02/06/2019	1043914.14	1310400	79.66
03/06/2019 - 09/06/2019	1107037.32	1310400	84.48
10/06/2019 - 16/06/2019	854851.2	1310400	65.24
17/06/2019 - 23/06/2019	1080240.29	1310400	82.44
24/06/2019 - 30/06/2019	1171037.49	1310400	89.36
Promedio de eficacia actual			79.19

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se presenta la productividad actual de la empresa Agroindustria Santa María SAC de los meses de mayo y junio. En el proceso de molienda y tamizado hay constantes paradas, por ello mantenimiento correctivo, baja productividad, no se cumple con programados de producción. Este análisis es importante para conocer el estado actual de producción y proponer alternativas de solución. Mostrando como resultado de productividad un 68.83%.

Tabla 27. Productividad actual del proceso de molinería y tamizado

Productividad actual del proceso de molienda y tamizado			
Productividad			
Semanas	Eficiencia %	Eficacia %	Productividad %
29/04/2019 - 05/05/2019	71.43	50.19	35.85
06/05/2019 - 12/05/2019	95.83	92.07	88.23
13/05/2019 - 19/05/2019	95.83	87.65	83.99
20/05/2019 - 26/05/2019	85.71	81.65	69.98
27/05/2019 - 02/06/2019	80.95	79.66	64.48
03/06/2019 - 09/06/2019	88.69	84.48	74.93
10/06/2019 - 16/06/2019	67.86	65.24	44.27
17/06/2019 - 23/06/2019	88.10	82.44	72.63
24/06/2019 - 30/06/2019	95.24	89.36	85.11
Promedio productividad actual			68.83

Fuente: Elaboración propia.

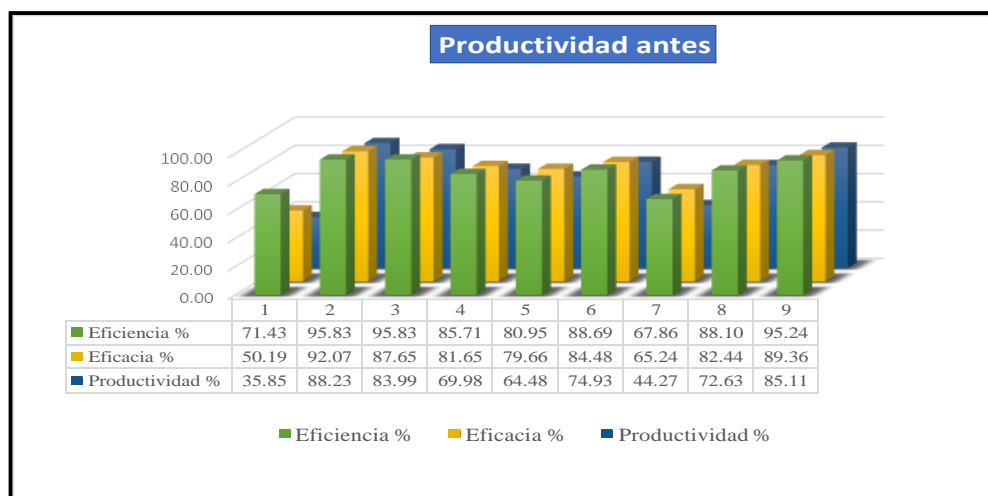


Figura 35. Producción actual de Agroindustria Santa María SAC.

Fuente: Elaboración propia.

La *Figura 35* de productividad actual muestra al inicio que la eficiencia 71.43% y eficacia 50.19% se aprecia que tiene picos de bajadas al transcurso de las semanas. Esto se debe a las paradas inesperadas, mantenimiento correctivo, horas muertas, poca confiabilidad de los máquinas y baja disponibilidad de los mismos.

Tabla 28. Indicadores de productividad de los equipos de molienda y tamizado

Ficha de de registro de la productividad de las máquinas pre-test							
Semanas	Horas ejecutadas	Horas programadas	Eficiencia %	Producción obtenida(Kg)	Producción programada(Kg)	Eficacia%	Productividad %
29/04/2019 - 05/05/2019	4560	6384	71.43	657664.76	1310400	50.19	35.85
06/05/2019 - 12/05/2019	6118	6384	95.83	1206494.06	1310400	92.07	88.23
13/05/2019 - 19/05/2019	6118	6384	95.83	1148576.03	1310400	87.65	84.00
20/05/2019 - 26/05/2019	5472	6384	85.71	1069915.52	1310400	81.65	69.98
27/05/2019 - 02/06/2019	5168	6384	80.95	1043914.14	1310400	79.66	64.49
03/06/2019 - 09/06/2019	5662	6384	88.69	1107037.32	1310400	84.48	74.93
10/06/2019 - 16/06/2019	4332	6384	67.86	854851.2	1310400	65.24	44.27
17/06/2019 - 23/06/2019	5624	6384	88.10	1080240.29	1310400	82.44	72.62
24/06/2019 - 30/06/2019	6080	6384	95.24	1171037.49	1310400	89.36	85.11
Promedio eficiencia			85.52	Promedio eficacia		79.19	68.83

Fuente: Elaboración propia.

Se toma datos para desarrollar los indicadores de la variable independiente con las dimensiones de confiabilidad = MTBF (tiempo medio entre fallas) y disponibilidad = MTBF menos MTTR (tiempo medio entre reparaciones) entre MTBF, en el proceso de molinería y tamizado de Agroindustria Santa María SAC. Que se presenta a continuación en las tablas 29, 30 y 31.

Tabla 29. Disponibilidad de las máquinas

Disponibilidad actual de las máquinas $D \times 100\%$			
Semanas	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
29/04/2019 - 05/05/2019	15.00	6	60.00
06/05/2019 - 12/05/2019	32.20	1.4	95.65
13/05/2019 - 19/05/2019	80.50	3.5	95.65
20/05/2019 - 26/05/2019	20.60	3.43	83.35
27/05/2019 - 02/06/2019	22.67	5.33	76.49
03/06/2019 - 09/06/2019	18.63	2.38	87.22
10/06/2019 - 16/06/2019	22.80	10.8	52.63
17/06/2019 - 23/06/2019	29.60	4	86.49
24/06/2019 - 30/06/2019	53.33	2.67	94.99
Promedio de disponibilidad actual			81.39

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29 se aprecia que la disponibilidad se encuentra en un 81.39% regular, pero se puede mejorar este indicador, para llegar a los objetivos de producción en la planta.

Tabla 30. Confiabilidad de las máquinas

Confiabilidad actual de las máquinas actual C			
Semanas	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Número de paradas	Confiabilidad
29/04/2019 - 05/05/2019	4560	304	15.00
06/05/2019 - 12/05/2019	6118	190	32.20
13/05/2019 - 19/05/2019	6118	76	80.50
20/05/2019 - 26/05/2019	5472	266	20.57
27/05/2019 - 02/06/2019	5168	228	22.67
03/06/2019 - 09/06/2019	5662	304	18.63
10/06/2019 - 16/06/2019	4332	190	22.80
17/06/2019 - 23/06/2019	5624	190	29.60
24/06/2019 - 30/06/2019	6080	114	53.33
Promedio de confiabilidad actual			32.81

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 se aprecia que la confiabilidad de las máquinas está baja, ya que cada 32.81 horas se presenta una parada en el proceso de molienda y tamizado. Esto es uno de los motivos principales de la baja productividad.

Tabla 31. Indicadores de mantenimiento

Indicadores de mantenimiento pre-test D $\times 100\%$ Co						
Semanas	MTBF	MTTR	Disponibilidad %	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Número de paradas	Confiabilidad
29/04/2019 - 05/05/2019	15.00	6	60.00	4560	304	15.00
06/05/2019 - 12/05/2019	32.20	1.4	95.65	6118	190	32.20
13/05/2019 - 19/05/2019	80.50	3.5	95.65	6118	76	80.50
20/05/2019 - 26/05/2019	20.60	3.43	83.35	5472	266	20.57
27/05/2019 - 02/06/2019	22.67	5.33	76.49	5168	228	22.67
03/06/2019 - 09/06/2019	18.63	2.38	87.22	5662	304	18.63
10/06/2019 - 16/06/2019	22.80	10.8	52.63	4332	190	22.80
17/06/2019 - 23/06/2019	29.60	4	86.49	5624	190	29.60
24/06/2019 - 30/06/2019	53.33	2.67	94.99	6080	114	53.33
Promedio de disponibilidad %			81.39	Promedio de confiabilidad		32.81

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 31 se aprecia el pre-test de los indicadores de mantenimiento, los datos tomados son de 9 semanas para calcular el promedio de disponibilidad que resulta 81.39% y el

promedio de confiabilidad nos dice que cada 32.81 horas se produce una parada. Estos datos son necesarios para conocer las condiciones en las que se encuentran las máquinas.

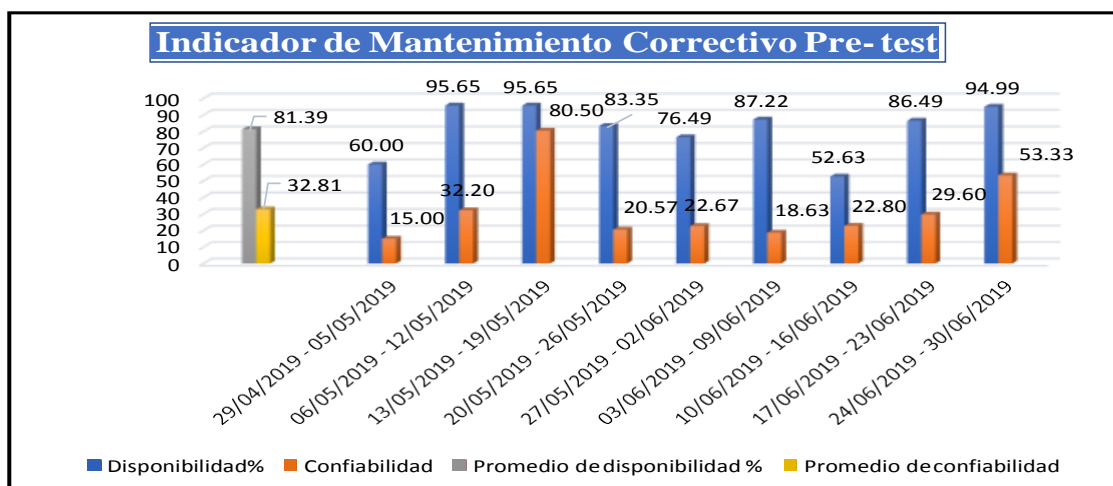


Figura 36. Indicadores de mantenimiento correctivo pre test

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 36 se aprecia el porcentaje de los indicadores de mantenimiento correctivo para mejor visualización.

2.7.5.1 Análisis de las causas

A continuación, se muestra las causas principales identificadas en el Diagrama de Ishikawa, las cuales provocan la baja productividad en los indicadores del pre test.

Tabla 32. Índice de disponibilidad y confiabilidad actual

Disponibilidad actual	81.39%	Disponibilidad esperada	93%
Confiabilidad actual	32.81	Confiabilidad esperada	90

Fuente: Elaboración propia.

Causa: Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento

El personal no cuenta con un plan de mantenimiento, por este motivo se realiza el inadecuado mantenimiento a las máquinas, esto dilata el tiempo y al no funcionar las máquinas con normalidad se produce baja productividad.

Causa: Fallas constantes en un mismo equipo

Al no realizarse mantenimiento programado, reparándose las máquinas de manera empírica usando materiales de baja calidad, por cambio de piezas y acomodo de otras máquinas, estas fallan constantemente.

Tabla 33. Fallas constantes en un mismo equipo de los meses mayo y junio.

N°	Máquinas	Motivo de paradas	Número de fallos	%
P3	Banco de molienda	Quemaduras de las fajas del banco B1	18	36.73%
P2	Plancifter	Rotura de telas en pasaje C1	9	18.37%
P10	Sasor S2A	Fallas en la base del rodamiento	8	16.33%
P8	Todo el molino	Corte de energía eléctrica	7	14.29%
P7	Terminadora	Aforo en la terminadora	5	10.20%
P11	Mangas de filtro	Aforo en mangas de filtro	1	2.04%
P9	Exclusa del plancifter c3	Revision del PIN de las exclusas	1	2.04%
TOTAL			49	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Causa: Constantes paradas no programadas de máquinas

Al no tener un programa de mantenimiento, las máquinas trabajan hasta que se produce una parada, por el desgaste del equipo, por el trabajo constante y es ahí cuando se aplica el mantenimiento.

Tabla 34. Cantidad de paradas no programadas de mayo y junio del 2019

Fecha	N°	Motivo	Máquinas	Motivo de paradas	Horas de parada	N° de Paradas por semana
29/04/2019	P1	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ATORO DEL EQUIPO	1	8
01/05/2019	P2	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	FALLA DE ENERGÍA	24	
02/05/2019	P3	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	FALLA DE ENERGÍA	12	
03/05/2019	P4	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE TELAS	2	
05/05/2019	P5	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B3	ATORO EN EL BANCO	1	
05/05/2019	P6	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B3	ATORO EN EL BANCO	4	
05/05/2019	P7	NO PROGRAMADA	MANGAS DE FILTRO	ATORO	2	
05/05/2019	P8	NO PROGRAMADA	BANCO R1A	CAMBIO DE FAJA	2	
07/05/2019	P9	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA	1	5
09/05/2019	P10	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA	2	
09/05/2019	P11	NO PROGRAMADA	TERMINADORA BR2	ATORO EN EL EQUIPO	1	
10/05/2019	P12	NO PROGRAMADA	BANCO R 1/2	REVISION DE LA FAJA	2	
11/05/2019	P13	NO PROGRAMADA	ESCLUSA DEL PLANSIFTER C3	REVISION DEL PIN	1	
15/05/2019	P14	NO PROGRAMADA	SASOR S1/AB	CAMBIO DE BOLITAS DE JEBE	1	2
19/05/2019	P15	NO PROGRAMADA	SASOR S2/A	FALLA TÉRMICA	6	
20/05/2019	P16	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	FALLA TERMICA	1	7
21/05/2019	P17	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELA	1	
21/05/2019	P18	NO PROGRAMADA	BANCO	ROTURA DE FAJA	3	
22/05/2019	P19	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	FALLA EN LA BASE DEL RODAMIENTO	16	
23/05/2019	P20	NO PROGRAMADA	BANCO BR5A	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
26/05/2019	P21	NO PROGRAMADA	TERMINADORA B1/2A	ATORO	1	
26/05/2019	P22	NO PROGRAMADA	TERMINADORA	ATORO	1	
27/05/2019	P23	NO PROGRAMADA	TERMINADORA R1/2A	ATORO EN EL EQUIPO	2	6
28/05/2019	P24	NO PROGRAMADA	TERMINADORA	ATORO	1	
28/05/2019	P25	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	CAIDA DE TENSION ELECTRICA	1	
29/05/2019	P26	NO PROGRAMADA	BANCO B3G Y B3F	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
01/06/2019	P27	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	LIMPIEZA	24	
02/06/2019	P28	NO PROGRAMADA	BANCO B1	CAMBIO DE FAJA	3	
03/06/2019	P29	NO PROGRAMADA	BANCO B36	CAMBIO DE FAJA	1	8
03/06/2019	P30	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	CORTE DE ENERGIA ELECTRICA	2	
04/06/2019	P31	NO PROGRAMADA	SASOR S2A	SONIDO EXTRAÑO EN RODAMIENTO	3	
05/06/2019	P32	NO PROGRAMADA	SASOR S2A 81M	FALLA EN LA BASE DEL RODAMIENTO	5	
06/06/2019	P33	NO PROGRAMADA	SASOR S2	ROTURA DE TELA	1	
08/06/2019	P34	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE TELAS	1	
08/06/2019	P35	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELAS ROTAS	4	
09/06/2019	P36	NO PROGRAMADA	BANCO C3	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	2	
10/06/2019	P37	NO PROGRAMADA	BANCO B1	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	4	5
14/06/2019	P38	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	ROTURA DE TELA EN C1/2	1	
14/06/2019	P39	NO PROGRAMADA	BANCO B3CA	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
15/06/2019	P40	PROGRAMADO	TODO EL MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
16/06/2019	P41	PROGRAMADO	TODO EL MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
17/06/2019	P42	NO PROGRAMADA	BANCO R3	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	6	5
17/06/2019	P43	NO PROGRAMADA	BANCO C5 Y BANCO R4	ATORO EN LOS BANCOS DE MOLIENDA	7	
18/06/2019	P44	NO PROGRAMADA	BANCO C7	FALLA TERMICA POR ALTO AMPERAJE	5	
19/06/2019	P45	NO PROGRAMADA	BANCO R4	ATORO EN LOS BANCOS DE MOLIENDA	1	
19/06/2019	P46	NO PROGRAMADA	BANCO B3A	ATORO EN EL BANCO DE MOLIENDA	1	
24/06/2019	P47	NO PROGRAMADA	SASOR	ROTURA DE TELA	2	3
26/06/2019	P48	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISION DE PASAJES C4 Y C5	1	
27/06/2019	P49	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B1	QUEMADURA DE LAS FAJAS DEL BANCO	5	
Total					219	49

Fuente: Elaboración propia.

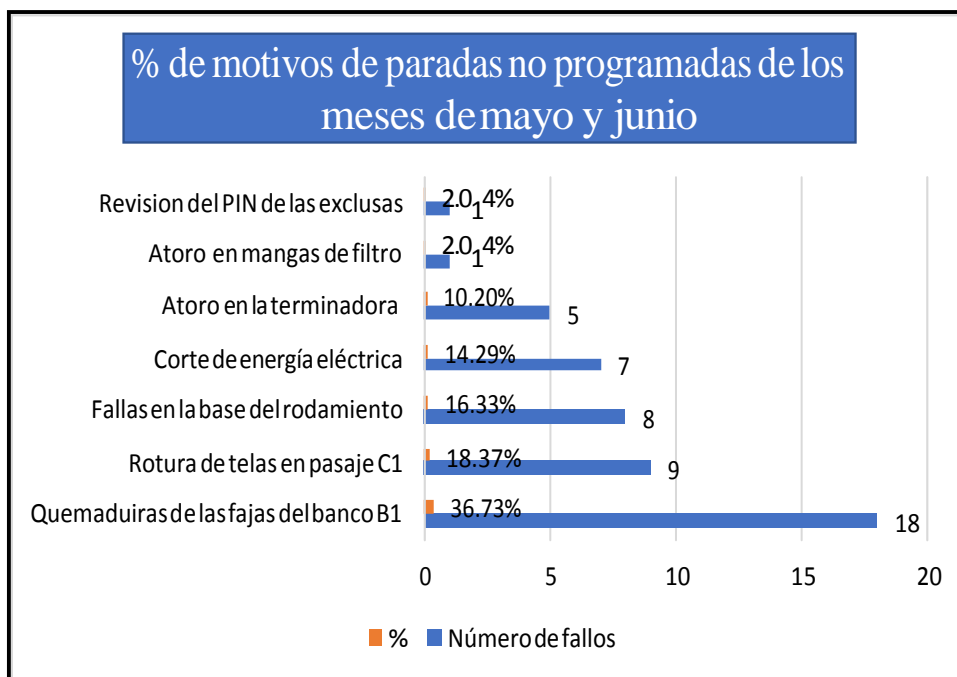


Figura 37. % de motivo de paradas no programadas de los meses de mayo y junio.

En la Figura 37 se aprecia el % de motivos de paradas no programadas con mayor número de fallos.

Causa: Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento

El personal de mantenimiento realiza sus labores con conocimiento empírico y este conocimiento es transmitido al nuevo personal del área, no se capacita al personal en las buenas prácticas de mantenimiento, ni se intenta mejorar al área y esto lleva a la baja productividad.






2.7.6 Propuesta de mejora

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Agroindustria Santa María SAC, ayudará a reducir las paradas no programadas durante el proceso productivo, ya que el objetivo principal es minimizar paradas excesivas de las máquinas, para que funcionen con la mayor disponibilidad y confiabilidad. Para ello se considera las actividades que eliminan las causas.

La implementación de un plan de mejora, que solucione los problemas principales de la empresa, los cuales se encuentran en el área de mantenimiento y esto afecta la productividad. Estos problemas son: Paradas de horas máquina, planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento, múltiples fallas en un mismo equipo, el personal carece

de capacitación en mantenimiento y excesivos tiempos de ejecución de mantenimiento. Son las causas principales a solucionar, por ello se procede con la implementación del mantenimiento preventivo, el cual considera las actividades que eliminan estas causas.

Tabla 35. Alternativas de solución para las principales causas

Causas	Alternativas de solución	
Planificación inadecuada para realizar actividades de mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento preventivo 
Paradas de horas máquina		Mantenimiento preventivo 
Fallas constantes en máquinas		Mantenimiento preventivo 
Personal técnico carece de capacitación en mantenimiento		Capacitación 
Excesivos tiempos en la ejecución de mant. Correctivo		Mantenimiento preventivo 

Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento Preventivo

La elaboración del flujograma del mantenimiento preventivo, se inicia con la elaboración del plan de mantenimiento, verificación del estado de cada una de las máquinas, hacer llegar la solicitud de repuestos al almacén quien es el que hará los requerimientos al área de compras y confirmara el día en que llega los repuestos, una vez recepcionado los repuestos se envía la programación de mantenimiento ya sea trimestral, semestral y anual para realizar los trabajos programados de mantenimiento, donde el mecánico ejecuta el trabajo en compañía de personal de producción con la supervisión del jefe de mantenimiento. Una vez finalizado el trabajo de mantenimiento el técnico registra un formato con la fecha, ho-

ra, repuesto que se utilizó, mientras el jefe de mantenimiento comunica al jefe de producción sobre el término del mantenimiento preventivo.

En la *Figura 38* se puede apreciar que el proceso de mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo tiene 7 operaciones, 3 inspecciones y 3 operaciones con inspecciones.

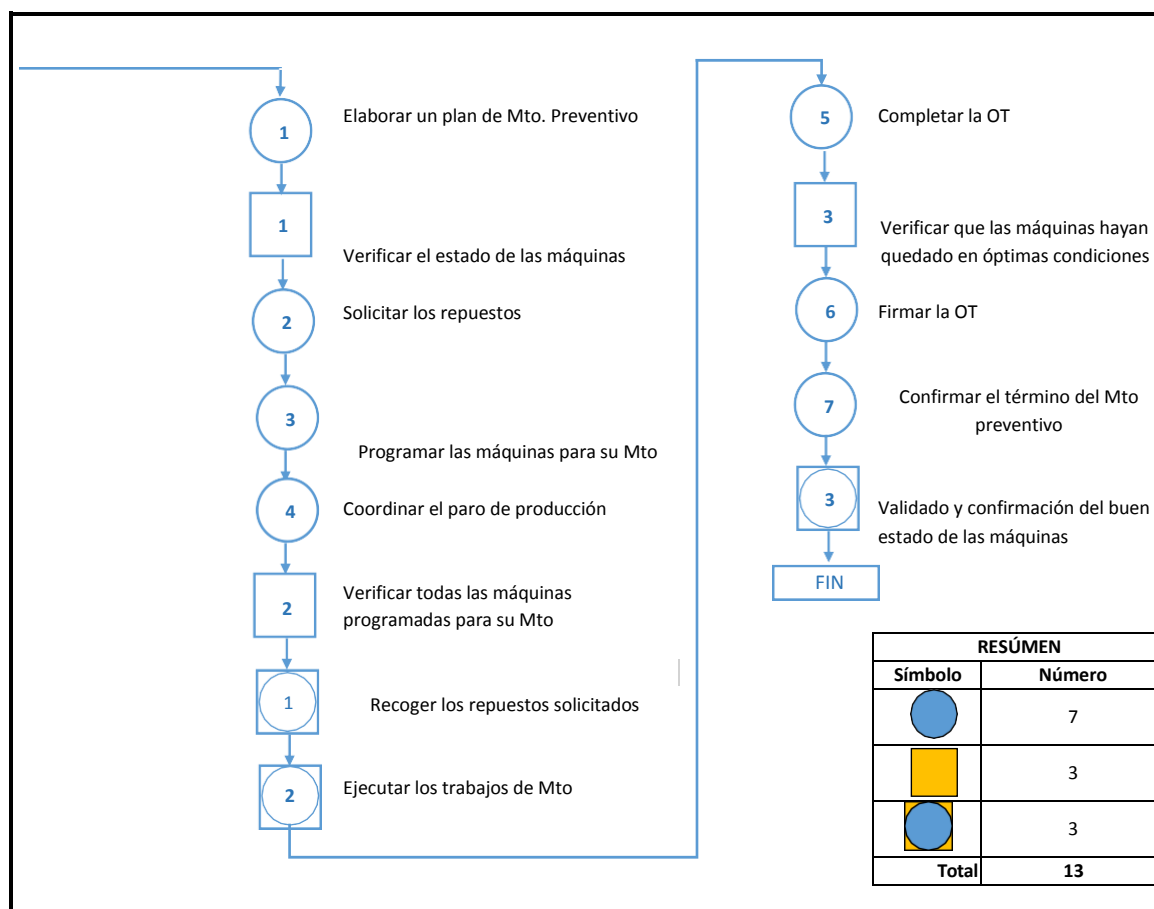


Figura 38. DOP del proceso de Mantenimiento Preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6.1 Cronograma de actividades

En la Tabla 36 se aprecia el cronograma total del proyecto de investigación, describe las actividades realizadas desde el comienzo del proyecto en el mes de marzo, hasta la culminación del mismo en el mes de noviembre.

Tabla 36. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento preventivo

N°	Actividades	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Análisis de la situación de la empresa																																				
2	Identificar el problema principal																																				
3	Análisis de causas																																				
4	Propuesta de herramienta de solución																																				
5	Elaboración de la situación actual de la empresa																																				
6	Toma de datos situación actual																																				
7	Análisis de las alternativas de solución																																				
8	Validación de instrumentos																																				
9	Plan de mejora																																				
10	Implementación del plan de mantenimiento preventivo																																				
11	Toma de datos después de la implementación																																				
12	Análisis económico financiero																																				
13	Resusltados																																				
14	Discusión, conclusión y recomendaciones																																				

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6.2 Cronograma de la implementación de la mejora

El calendario de actividades Tabla 37 a realizar para implementar el mantenimiento preventivo, muestra al responsable de desarrollo de dicha actividad y el tiempo que duro la actividad, el cual se realizó por los encargados de la investigación y el jefe de mantenimiento.

Tabla 37. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento preventivo

N°	Actividades	Responsable	Julio				Agosto			
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Sensibilización al personal de producción y mantenimiento	Cajas Ambrocio, walter								
2	Toma de datos antes de la implementación	Del Aguila Paredes, Antero								
3	Codificación de las máquinas y equipos del proceso de molinería	Del Aguila Paredes, Antero								
4	Inventario de las máquinas del proceso de molinería	Cajas Ambrocio, walter								
5	Creación de ficha técnica para el proceso de molinería	Del Aguila Paredes, Antero								
6	Creación del plan de mantenimiento preventivo	Cajas Ambrocio, walter								
7	Relación de requerimiento de mantenimiento	Cajas Ambrocio, walter								
8	Orden de trabajo de mantenimiento	Del Aguila Paredes, Antero								
9	Inducción al personal en el plan de mantenimiento preventivo	Del Aguila Paredes, Antero								
10	Ejecución del mantenimiento preventivo	Cajas Ambrocio, walter								
11	Elaboración y difusión del manual del mantenimiento preventivo	Del Aguila Paredes, Antero								
12	Identificar la viabilidad del desempeño de mejora	Cajas Ambrocio, walter								

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6.3 Recursos y presupuesto

Se detalla los recursos empleados para realizar las actividades a desarrollar en la presente investigación e implementación de la mejora. Por ello se presenta la Tabla 38 donde se aprecia los recursos destinados a este fin.

Tabla 38. Recursos utilizados durante la investigación

Actividades	Recursos (humanos, materiales, equipos, servicios)
Inicio de actividades	
Busqueda y análisis de información	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Validez del juicio de expertos	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Creación del programa de sensibilización, difusión y capacitación del personal	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Recolección de datos antes de la implementación	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Implementación	
Campaña de educación, sensibilización e introducción al mantenimiento preventivo	Power point, USB, impresiones, lapiceros, hoja bond
Capacitación al personal de mantenimiento	Power point, USB, impresiones, lapiceros, hoja bond
Elaboración de inventarios, fichas técnicas, Orden de trabajo	Power point, USB, impresiones, lapiceros, hoja bond, especialistas en mantenimiento preventivo
Desarrollo , ejecución y control de un plan de mantenimiento preventivo	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Cierre de actividades	
Recolección de datos después de la implementación	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Registro y procedimiento de la información	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Análisis y comparación de los resultados	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros
Redacción final del informe	Hola bond, lapiceros, folder,USB, impresiones, libros

Fuente: Elaboración propia.

Una vez evidenciado lo que se necesita para el desarrollo de la investigación, se calcula el presupuesto del proyecto, por esto presentamos la Tabla 39:

Tabla 39. Presupuesto de la investigación

Recursos humanos	
Descripción	Costo
Trabajadores	S/. 17,600.00
Investigación	S/. 7,000.00
Total	S/. 24,600.00
Recursos materiales	
Escobas, recogedores, trapos	S/. 119.00
Cajas de herramientas	S/. 250.00
Señalización	S/. 323.00
Etiquetas en las máquinas	S/. 38.00
Capacitación en planta	S/. 2,400.00
Plan de mantenimiento preventivo trimestral	S/. 456.00
Plan de mantenimiento preventivo bimestral	S/. 456.00
Plan de mantenimiento preventivo anual	S/. 456.00
Manual de mantenimiento preventivo	S/. 150.00
Hojas bond, anillado, lapiceros, fotocopias	S/. 214.00
USB, impresión, folders	S/. 164.00
Total	S/. 5,026.00
Presupuesto total	
Descripción total	Costos
Recursos humanos	S/. 24,600.00
Recursos materiales	S/. 5,026.00
Total	S/. 29,626.00

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6.4 Financiamiento

El proyecto será financiado en su totalidad por Agroindustria Santa María SAC, esto porque se conversó desde el inicio de las actividades con el Gerente de la empresa el cual al ver las cifras de producción no dudó en la aplicación del Mantenimiento Preventivo en el proceso de Molienda para así, mejorar la productividad de la empresa, con el apoyo del Jefe de mantenimiento para que constate la implementación de las actividades a realizarse para capacitar a los trabajadores y el respectivo seguimiento del cumplimiento de las tareas de mantenimiento a realizarse.

2.7.7 Ejecución de la propuesta

Habiendo realizado el análisis correspondiente a la situación actual de la empresa Agroindustria Santa María SAC, nos disponemos a realizar el plan de mejora, se procede a nombrar las actividades que se desarrollaron en la empresa para implementar el Mantenimiento Preventivo.

Actividad 1: Sensibilización del personal de producción y mantenimiento

Se sensibilizará al personal de producción y mantenimiento para que sean responsables, se comprometan y asuman las actividades a desarrollarse. Para esto se realizará charlas mediante el uso de diapositivas en Power Point, véase la lista de participantes Anexo 7.



Figura 39. Diapositiva de sensibilización.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 2: Toma de datos antes de la implementación

Se realiza análisis documentario proporcionado por la empresa mediante el formato de recolección de datos de la producción, toma de tiempos de las paradas no programadas, número de paradas de las máquinas y tiempos de funcionamientos. Con estos datos obtendremos la situación actual de la producción en molinería véase la Tabla 40.

Tabla 40. Ficha de fallas en las máquinas de molienda y tamizado

DIA	TURNO	AREA	TIPO DE PRODUCTO	MOTIVO	EQUIPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	PERSONAL RESPONSABLE	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	HORAS TOTALES	OBS.
5/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	VENTILADOR NEUMATICO 17M	CAMBIO DE FAJA	SEGUNDO LUCANO	09:00	11:00	02:00	
5/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	BANCO R2B	CAMBIO DE CUCHILLA	SEGUNDO LUCANO	10:00	11:40	02:40	
12/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	ESCLUSA 15P	ATORO Y PARADA	JOSE CARI	12:15	15:45	03:30	
12/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	VENTILADOR NEUMATICO 20M	CAIDA DE TENSION ELECTRICA	JOSE CARI	16:30	16:50	00:20	
13/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	DESPRENDIMIENTO DE UNA MANGA	SEGUNDO LUCANO	20:40	22:20	01:40	SE COLOCO LA MANGA EN SU LUGAR Y REINICIO
14/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B1B	PARADA DEL BANCO INTERSPETIVA	JOSE CARI	08:40	08:50	00:10	
14/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA B1B	ATORO DEL BANCO	JOSE CARI	08:55	09:05	00:10	
14/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA		FALLA DEL PLC	JOSE CARI	09:40	10:00	00:20	
15/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA SPAGHETTI	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA C1A	CAMBIO DE FAJAS	JOSE CARI	10:15	10:25	00:10	
15/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA SPAGHETTI	NO PROGRAMADA	BALANZA DE FLUJO	ATORO DE LA BALANZA	JOSE CARI	16:00	18:30	02:30	
19/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	CAIDA DE TENSION ELECTRICA		03:00	05:30	02:30	
19/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	BANCO B1/B	ATORO DEL BANCO	SEGUNDO LUCANO	06:00	09:00	03:00	REINICIO DE MOLIENDA
20/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	TODO EL MOLINO	FALLA DEL SISTEMA SCADA		18:00	01:00	07:00	
22/08/2019	DIA	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA	VENTILADOR NEUMATICO 20M	FALLA ELECTRICA	ALEJANDRO QUISPE	11:10	12:15	01:05	
22/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA SPAGHETTI	NO PROGRAMADA	ALIMENTADOR R1/B	ATORO	SEGUNDO LUCANO	04:15	04:25	00:10	
25/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA PANADERA	NO PROGRAMADA	VENTILADOR NEUMATICO 4H	FALLA EN EL RODAMIENTO	SEGUNDO LUCANO	02:00	01:40	23:40	REINICIO A LAS 1:40 AM DEL DIA 26/08
27/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA GRAN PANADERO	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELA ROTA	SEGUNDO LUCANO	22:00	22:50	00:50	
4/08/2019	NOCHE	MOLINO	HARINA SPAGHETTI	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELA ROTA	SEGUNDO LUCANO	23:45			REINICIO EL DIA LUNES 05/09 A LAS 10:45 AM

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 3: Codificación de las máquinas del proceso de molinería

Identificación alfanumérica (área, sección, máquina o equipo, componentes y partes o elementos) con el fin de una identificación precisa de las máquinas (Montilla, 2016, p. 63), véase Tablas 41, 42 y 43.

Tabla 41. Código de proceso

Código del proceso	
Producción	PRD
Mantenimiento	MT
Calidad	C
Panadería	PAN
Ensaque	ENQ

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Código por ser máquina/equipo

Medición	
Máquina	MQ
Equipos	E

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Codificación de máquinas

Código por tipo de máquina	
Plansifter	1
Bancos	2
Sasores	3
Filtros	4
Compresora	5
Pulidoras	6
Cilindro trieur	7
Balanza	8
Terminadoras	9
Exclusas	10
Molino martillo	11
Entoleter	12
Canjilones	13
Elevadores	14
Roscas sin fin	15
Purificador	16

Fuente: elaboración propia.

Actividad 4: Inventario de las máquinas del proceso de molinería

Se elaborará un listado de las máquinas y equipos que serán cobijados en el programa de mantenimiento, es decir con esto se sabrá cuáles máquinas o equipos se van a intervenir. Con este inventario se conforma un archivo Maestro de máquinas, debidamente codificadas (Montilla, 2016, p. 63).

Tabla 44. Inventario de máquinas del proceso de molienda y tamizado



N°	Código	Máquina	Fabricante	Modelo	N° Serie	Año
1	B2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
2	B2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
3	B1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
4	B1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06100	2006
5	C2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
6	C2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
7	C1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
8	C1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06102	2006
9	R2-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
10	R2-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
11	R1-A	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
12	R1-B	Banco de molienda	GBS GROUP	SYNT125/25	8M/06101	2006
13	C7	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1811
14	C6	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1811
15	R4	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1812
16	R3	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1812
17	R1B	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1813
18	B3F	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1813
19	C5	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1814
20	C4	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1814
21	C3	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1815
22	B4F	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1815
23	B3G-A	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1816
24	B3G-B	Banco de molienda	CREMONA/ITALIA	OCRIM	LKK250X1000	SC1816
25	P1	Plancifter	CREMONA/ITALIA	OCRIM	PKK250X1000	2006
26	P2	Plancifter	GBS GROUP	SYNT125/25	PKK250X1000	2006
27	S2-B	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-A	2006
28	S1-B	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-A	2006
29	S2-A	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-B	2006
30	S1-A	Sasor	SANGAT BERGA S.A	SYNT125/25	4193852-B	2006
31	TM71	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6196	2006
32	TM72	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6195	2006
33	TM73	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSC 40/80	6194	2006
34	TS1	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSF 40/80	6198	2006
35	TS2	Terminadora	SANGAT BERGA S.A	STSF 40/80	6197	2006
36	TS3	Terminadora	CREMONA/ITALIA	OCRIM	6199	2003
37	P1	Pulidora	SANGAT BERGA S.A	OCRIM	700	2003
38	MF	Mangas de filtro	SANGAT BERGA S.A	OCRIM	750	2003

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 5: Creación de ficha técnica para las máquinas del proceso de molinería

La ficha técnica mostrará al detalle los accesorios de las máquinas para tener una lista con los repuestos que se necesiten, de esta manera se tendrá el repuesto listo para el cambio de ser necesario, véase Anexo 8.

Tabla 45. Ficha técnica de los bancos de molienda

	FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		CÓDIGO: MTO PREV-01						
			VERSIÓN: 01						
			REVISIÓN: 01						
			FECHA: JULIO 2019						
<table border="1"> <tr> <td>REALIZADO POR:</td> <td colspan="2"></td> <td>Fecha:</td> <td>abr-19</td> </tr> </table>					REALIZADO POR:			Fecha:	abr-19
REALIZADO POR:			Fecha:	abr-19					
MÁQUINA-EQUIPO	BANCOS DE MOLIENDA	UBICACIÓN	HARINA						
FABRICANTE		SECCIÓN	MOLINO (PRIMER PISO)						
MODELO		CODIGO INVENTARIO	B1AB / B2AB						
MARCA	SYNTHESIS								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS <ul style="list-style-type: none"> · Capacidad: · Potencia: 0.2kW · Velocidad: 3600RPM 									
FUNCIÓN <ul style="list-style-type: none"> · El banco de molino moliendo el producto(trigo) que ingresa después del acondicionado reduciendo su tamaño a través de un rodillo/estriado. 									
FRECUECIA:									
MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 1 ANUAL									
LUBRICACIÓN: 3 MESES									

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 6: Plan de mantenimiento preventivo del proceso de molienda y tamizado

Conjunto de tareas, de lubricación y engrasado a los ejes y chumaceras de los motores de las máquinas en estudio, se han clasificado en tres etapas de mantenimiento programado como se puede apreciar en el primer trimestre del año se realizará mantenimiento a las siguientes máquinas que se presentan en la Tabla 46. Según la planificación por el jefe de mantenimiento dentro del proceso de molinería, reduciendo el desperdicio de tiempo y recursos durante su ejecución (Montilla, 2016, p. 74). Así mismo, en las Tablas 47 se presenta el plan de mantenimiento preventivo semestral y la Tabla 48 se muestra el plan anual de mantenimiento preventivo.

Tabla 46. Creación de un plan de mantenimiento preventivo Trimestral

TRIMESTRAL			
MÁQUINAS	ACTIVIDAD	CODIFICACIÓN DE MOTORES	TIPO DE GRASA/ACEITE
BANCOS DE MOLIENDA	ENGRASADO DE CHUMACERAS	44M,45M,46M,47M,48M,49M,50M,51M,52M,56M	ALVANIA 600g
BANCOS DE MOLIENDA	ENGRASADO DE CHUMACERAS	57M,58M,59M,62M,63M,64M,65M,66M,67M	ALVANIA 500g
TERMINADORAS	ENGRASADO DE CHUMACERAS	68M,69M,70M,71M,72M,73M,74M,75M,76M	SKF 250g
PLANCIFTERS	ENGRASADO DE CHUMACERAS	82M, 83M	SKF 200g
MANGAS DE FILTRO	LIMPIEZA CON AIRE / MANUAL		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 47 se presenta el plan de mantenimiento preventivo de cada semestre en todas las máquinas, porque estas máquinas son las de mayor número de paradas no programadas durante el proceso de molienda y tamizado.

Tabla 47. Creación de un plan de mantenimiento preventivo semestral

SEMESTRAL			
MÁQUINAS	ACTIVIDAD	CODIFICACIÓN DE MOTORES	TIPO DE GRASA/ACEITE
BANCOS DE MOLIENDA	REVISIÓN Y CALIBRADO DE RODILLOS	44M,45M,46M,47M,48M,49M,50M,51M,52M,56M,56M,57M,58M,59M,62M,63M,64M,65M,66M,67M,	
PLANCIFTERS	REVISIÓN Y CALIBRADO DE CAÑAS	82M,83M	
	REVISIÓN DE TELAS	82M,83M	
TERMINADORAS	REVISIÓN Y CALIBRADO DE CAÑAS	68M,69M,70M,71M,72M,73M,74M,75M,76M	
SASOR	ENGRASE DE RODAMIENTOS	77M,78M,79M,80M,81M	SKF 800g
MANGAS DE FILTRO	LIMPIEZA CON AIRE / MANUAL		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Creación de un plan de mantenimiento preventivo anual


ANUAL			
MÁQUINAS	ACTIVIDAD	CODIFICACIÓN DE MOTORES	TIPO DE GRASA/ACEITE
BANCOS DE MOLIENDA	REVISIÓN DE FAJA Y MOTOR	44M,45M,46M,47M,48M,49M,50M,51M,52M,	GRASA ALVANIAEP2 SHELL OMALA 220
	REVISIÓN DE FAJA Y MOTOR	57M,58M,59M,62M,63M,67M,66M,65M,64M	GRASA ALVANIAEP2 SHELL OMALA 220
PLANCIFTERS	REVISIÓN DE MOTOR	82M,83M	GRASA SKF EP2
IMPULSOR DE HARINA/SASORES	REVISIÓN DE MOTOR Y CONTRAPESA	4E,EV2,77M,78M,79M,80M,81M	GRASA SKF
TERMINADORAS	REVISIÓN DEMOTOR, CAÑA Y FAJAS	68M,69M,70M,71M,72M,73M,74M,75M,76M	GRASA SKF EP2
MANGAS DE FILTRO	LIMPIEZA CON AIRE / MANUAL		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 48 se presenta el plan de mantenimiento preventivo anual en todas las máquinas, porque estas máquinas son las de mayor número de paradas no programadas durante el proceso de molienda y tamizado.

En la Tabla 49 se presenta el procedimiento de engrasado para las máquinas del proceso de molienda y tamizado

Tabla 49. Procedimientos de engrase

	Área de mantenimiento			
	Procedimientos de Engrase			
Agroindustria Santa María SAC		Fecha:		
Ejecutado por: Walter cajas Ambrocio		Planta:	Harina	
Aprobado por: Hugo Ancco Quispe		Máquina:		
Tipo de Mantenimiento: Preventivo		Duración:	10 minutos	
Descripción de las Actividades de engrasado				
1. Engrasar la máquina según su tiempo de programación en la Ficha Técnica				
2. Revisar constantemente visualmente si hay fuga después del engrase				
3. Limpiar las entradas del engrase sucios por el polvo				
4. Verificar si realmente funcionan correctamente los mecanismos de engrasado				
5. Limpiar el equipo de engrasado manual para su posterior uso				
6. Concluido el proceso de engrasado, informar al jefe de mantenimiento para su verificación y posterior trabajo				
7. Cerrar bien los envases de los engrases y guardarlos correctamente en su lugar para su uso posterior				
8. Personal encargado de realizar el engrasado debe estar con los EPPS respectivos				
9. El área de calidad debe dar el visto bueno de la correcta aplicación de BPM, después del trabajo concluido.				
Observación:				
Cada técnico en mantenimiento o personal de producción debera realizar este procedimiento cada vez que toque el engrasado de la máquina				
Aviso:				
El procedimiento de engrasado se tendra que realizar con la frecuencia indicada en el cronograma de actividades trimestral, semestral, anual bajo el monitoreo del jefe de mantenimiento				

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 7: Relación de requerimiento de mantenimiento

Se busca definir las actividades o tareas que se efectuarán sobre las máquinas cobijados por el plan de mantenimiento. Con base en el estudio y conocimientos en el proceso de molienda (Montilla, 2016, p. 68).

	Materiales - Repuestos					
	Fecha	Área	Proceso	Cantidad	Precio unitario	Total
	Costo Total					
	Observaciones					
Realizado por:					Firma:	
Agroindustria Santa María SAC.						

Actividad 8: Orden de trabajo de mantenimiento

GRANDE ORO		Área de mantenimiento					
Orden de trabajo N°		Orden de trabajo de mantenimiento					
Máquina	VIBRADOR / SASO2		Fecha:	TERCER PISO			Planta: HARINA
Mantenimiento	Preventivo	Correctivo	Ubicación	Problema			
Prioridad	Alta	Baja		Mecánico	Eléctrico	Otros	
Fecha de inicio:	11-10-19	Hora:	08:00 AM	Fecha de término:	11-10-19	Hora:	8:40
Descripción general del trabajo		Cambios de VIBRADOR					
Total		Costos de mantenimiento					
		Mano de obra		Repuestos			
		Horas	Costo S/.	Descripción	Unidad	Costo S/.	Costo total
Observaciones		SE CAMBIO POR DESGASTE DE BASE DE RODAMIENTO					
Ejecutado por:		Firma:		Agroindustria Santa María			
JOAQUIN AYALA							
JOAQUIN AYALA							

Fuente: Elaboración propia.

El plan de mantenimiento preventivo será explicado al personal de producción y mantenimiento para que se desarrolle de manera normal. Se realizará charlas, con el apoyo de diapositivas. Lista de participantes véase Anexo 6.



Figura 41. Inducción del personal en el plan de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 10: Elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo

La elaboración del manual de mantenimiento preventivo, se dio inicio el 26 de agosto del 2019, en este manual se describen todas las etapas donde se llevarán a cabo una implementación con resultados favorables. El propósito de la elaboración del manual de mantenimiento preventivo es demostrar el incremento de la confiabilidad y disponibilidad de las maquinas del proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, el desarrollo del manual nos tomó 05 días y 01 día para su difusión. De esta manera el 31 de agosto del 2019 se da por concluido el proceso de implementación. (Ver anexo 9).

2.7.7.1 Costos de producción inicial

Se procede al cálculo del costo inicial del producto, referenciado a los costos de mano de obra, materia prima, costos indirectos, costos directos para el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en kilogramos. En los meses de mayo y junio para el pre test.

Tabla 51. Costo de producción mes de mayo pre-test 2019

	Unidad de media	Cantidad	Precio unitario	Total
Mano de obra				
Técnicos de mantenimiento	Sueldo	2	S/. 1,150.00	S/. 2,300.00
Jefe de mantenimiento	Sueldo	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Operario	Sueldos	10	S/. 930.00	S/. 9,300.00
Mano de obra Indirecta				
Jefe de producción	Sueldo	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
Costos directos				
Telas de nylon	Metros	50	S/. 119.70	S/. 5,985.00
Trigo	Toneladas	7117	S/. 713.80	S/. 5,080,114.60
Aditivos	Kilogramos	1560	S/. 166.00	S/. 258,960.00
Fajas de caucho	Unidades	45	S/. 33.06	S/. 1,487.70
Rodamientos	Unidades	5	S/. 290.00	S/. 1,450.00
Paletas	Unidades	12	S/. 72.00	S/. 864.00
Chumaseras	Unidades	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Tiptaps	Unidades	65	S/. 6.60	S/. 429.00
Costos indirectos				
Luz	Servicio	236495	S/. 0.47	S/. 111,152.65
Agua	Servicio	89582	S/. 2.26	S/. 202,367.18
Materiales indirectos				
Grasa alvania, shell omala, skf	Kilos	5	S/. 20.00	S/. 100.00
Total costo de producción				S/. 5,681,510.13
Producción (Kilogramos)				4828329.09
Costo unitario (Kilogramos)				S/. 1.18

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 51 se aprecia el costo para un kilogramo de producción de harina de trigo es S/1.18, este costo basado en la producción de 4828329.09 kilogramos del mes de mayo 2019.

A continuación, se presenta el costo de producción del mes de junio, esto debido a que los costos cambian según los meses.

Tabla 52. Costo de producción del mes de junio pre-test 2019

	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Mano de obra				
Técnicos de mantenimiento	Sueldo	2	S/. 1,150.00	S/. 2,300.00
Jefe de mantenimiento	Sueldo	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Operario	Sueldos	10	S/. 930.00	S/. 9,300.00
Mano de obra indirecta				
Jefe de producción	Sueldo	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
Costos directos				
Telas de nylon	Metros	75	S/. 119.70	S/. 8,977.50
Trigo	Toneladas	7098	S/. 713.80	S/. 5,066,552.40
Aditivos	Kilogramos	1476	S/. 166.00	S/. 245,016.00
Fajas de caucho	Unidades	60	S/. 33.06	S/. 1,983.60
Rodamientos	Unidades	7	S/. 290.00	S/. 2,030.00
Paletas	Unidades	16	S/. 72.00	S/. 1,152.00
Chumaseras	Unidades	5	S/. 250.00	S/. 1,250.00
Tiptaps	Unidades	83	S/. 6.60	S/. 547.80
Costos indirectos				
Luz	Servicio	246473	S/. 0.47	S/. 115,842.31
Agua	Servicio	91543	S/. 2.26	S/. 206,887.18
Materiales indirectos				
Grasa alvania, shell omala, skf	Kilos	6	S/. 20.00	S/. 120.00
Total costo de producción				S/. 5,667,958.79
Producción (Kilogramos)				4387155.19
Costo unitario (Kilogramos)				S/. 1.29

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 52 se aprecia el costo de un kilogramo de harina de trigo es S/1.29, este costo se basa en 4387155.19 kilogramos pertenecientes al mes de junio.

Tabla 53. Promedio costo de un kilogramo de producción pre-test

Costo de un kilogramo mayo	Costo de un kilogramo junio	Promedio de costo de un kilogramo inicial
S/. 1.18	S/. 1.29	S/. 1.24

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 53 se muestra el promedio de costo de un kilogramo de los meses de mayo y junio, 60 días, es S/1.24.

2.7.7 Resultados de la implementación

Ahora se procederá a la toma de datos después de la implementación del Mantenimiento Preventivo. Por ello, empezaremos el análisis con los datos de las variables dependiente como independiente. Los datos tomados a continuación son de los meses de setiembre véase la Tabla 54.

Tabla 54. Historial de producción del mes de setiembre

Fecha	Harina panadera Kg	Harina fideera Kg	Producción real Kg	Producción Programada Kg	Eficacia (%)
01/09/2019	179854.85	0	179854.85	187200	96.08%
02/09/2019	183425.66	0	183425.66	187200	97.98%
03/09/2019	99.9	173985.4	174085.3	187200	92.99%
04/09/2019	57834.54	103996	161830.54	187200	86.45%
05/09/2019	125735.9	49592.5	175328.4	187200	93.66%
06/09/2019	112226.42	64097	176323.42	187200	94.19%
07/09/2019	131916.62	49592.5	181509.12	187200	96.96%
08/09/2019	169865.89	0	169865.89	187200	90.74%
09/09/2019	49450.76	69056	118506.76	187200	63.30%
10/09/2019	153534.79	28395	181929.79	187200	97.18%
11/09/2019	134446.8	50254	184700.8	187200	98.66%
12/09/2019	176870.85	0	176870.85	187200	94.48%
13/09/2019	160905.85	0	160905.85	187200	85.95%
14/09/2019	176940.58	0	176940.58	187200	94.52%
15/09/2019	186395	0	186395	187200	99.57%
16/09/2019	186463	0	186463	187200	99.61%
17/09/2019	63219.78	86417	149636.78	187200	79.93%
18/09/2019	118649.26	66523	185172.26	187200	98.92%
19/09/2019	52853.28	118049	170902.28	187200	91.29%
20/09/2019	178083.22	0	178083.22	187200	95.13%
21/09/2019	156693.97	7988	164681.97	187200	87.97%
22/09/2019	156693.97	4966	161659.97	187200	86.36%
23/09/2019	181534.3	3088	184622.3	187200	98.62%
24/09/2019	84439.59	96458	180897.59	187200	96.63%
25/09/2019	180764.35	0	180764.35	187200	96.56%
26/09/2019	168574.55	0	168574.55	187200	90.05%
27/09/2019	161784.87	13285	175069.87	187200	93.52%
28/09/2019	167390.173	19016	186406.173	187200	99.58%
29/09/2019	167390.173	18455	185845.173	187200	99.28%
30/09/2019	45556.88	132371	177927.88	187200	95.05%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 42* se aprecia el porcentaje de producción del mes de setiembre para mejor visualización.

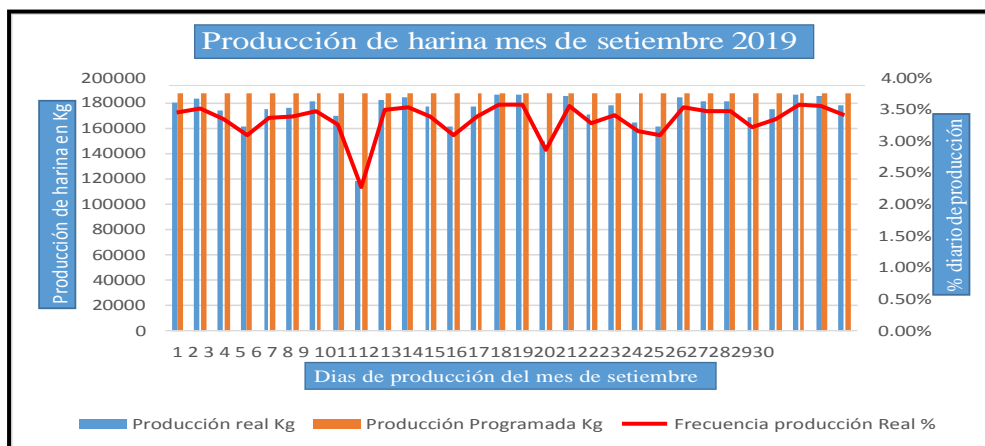


Figura 42. Producción del mes de setiembre

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 55 se presenta el historial de producción diario del mes de octubre.

Tabla 55. Historial de producción del mes de octubre

Fecha	Harina panadera Kg	Harina fideera Kg	Producción real Kg	Producción Programada Kg	Eficacia(%)
01/10/2019	180273.5	0	180273.5	187200	96.30%
02/10/2019	183263.9	0	183263.9	187200	97.90%
03/10/2019	184900.6	0	184900.6	187200	98.77%
04/10/2019	185900	0	185900	187200	99.31%
05/10/2019	155517.37	0	155517.37	187200	83.08%
06/10/2019	185127.11	0	185127.11	187200	98.89%
07/10/2019	140078.06	40227	180305.06	187200	96.32%
08/10/2019	90422.13	73972	164394.13	187200	87.82%
09/10/2019	160878.1	23778	184656.1	187200	98.64%
10/10/2019	177583.73	0	177583.73	187200	94.86%
11/10/2019	177583.73	0	177583.73	187200	94.86%
12/10/2019	169363	0	169363	187200	90.47%
13/10/2019	169363.05	0	169363.05	187200	90.47%
14/10/2019	151885.32	34000	185885.32	187200	99.30%
15/10/2019	179531.8	0	179531.8	187200	95.90%
16/10/2019	171389.5	12658	184047.5	187200	98.32%
17/10/2019	138538.55	17542	156080.55	187200	83.38%
18/10/2019	183156.54	0	183156.54	187200	97.84%
19/10/2019	134717.16	38064	172781.16	187200	92.30%
20/10/2019	134717.16	0	134717.16	187200	71.96%
21/10/2019	166602.38	13095	179697.38	187200	95.99%
22/10/2019	138954.14	40040	178994.14	187200	95.62%
23/10/2019	175561.49	0	175561.49	187200	93.78%
24/10/2019	127148.7	37074	164222.7	187200	87.73%
25/10/2019	150355.08	24993	175348.08	187200	93.67%
26/10/2019	73921.17	109859	183780.17	187200	98.17%
27/10/2019	183780.17	0	183780.17	187200	98.17%
28/10/2019	169503.2	0	169503.2	187200	90.55%
29/10/2019	161005.49	0	161005.49	187200	86.01%
30/10/2019	176839	0	176839	187200	94.47%
31/10/2019	177958	0	177958	187200	95.06%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 43* se aprecia el porcentaje de producción diario del mes de octubre para mejor visualización.

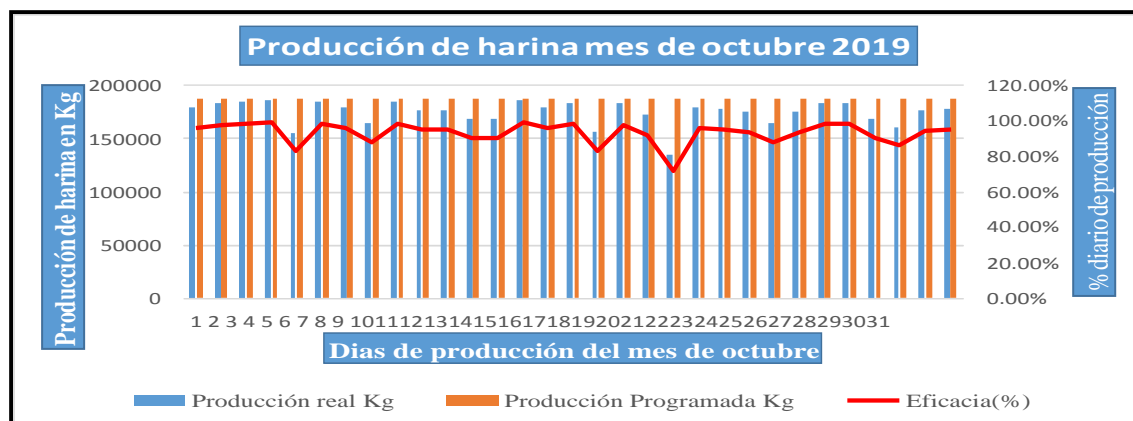


Figura 43. Producción del mes de octubre

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta en las Tablas 56 y 57 los datos de las paradas no programadas, que escapan al mantenimiento preventivo implantado para proceder a la medición de las variables pos-test.

Tabla 56. Historial de paradas no programadas de setiembre y octubre de molienda y tamizado pos-test

Fecha	N°	Motivo	Máquinas	Motivo de paradas	Horas de parada	N° de paradas por semana
04/09/2019	P1	NO PROGRAMADA	FILTRO NEUMÁTICO 20 M	LIMPIEZA DE MANGAS	2	3
06/09/2019	P2	NO PROGRAMADA	BANCO DE MOLIENDA R2	ROTURA DE FAJA	1	
08/09/2019	P3	NO PROGRAMADA	FILTRO NEUMÁTICO 20 M	LIMPIEZA DE MANGAS	1	
09/09/2019	P4	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER C7	ROTURA DE TELA	7	2
13/09/2019	P5	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER C1/2	ATORO DEL PASAJE	2	
17/09/2019	P6	NO PROGRAMADA	BANCO C3 G/AB	ROTURA DE FAJA	3	3
21/09/2019	P7	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELAS	2	
22/09/2019	P8	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELAS EN EL PASAJE	2	
26/09/2019	P9	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELAS	1	3
27/09/2019	P10	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	REVISIÓN DE TELAS	1	
29/09/2019	P11	NO PROGRAMADA	MOLINO	PROBLEMAS DE ARRACQUE	7	
05/10/2019	P12	NO PROGRAMADA	TERMINADORA TS2	RECTIFICACIÓN DEL BOCAMASA	3	3
08/10/2019	P13	NO PROGRAMADA	TERMINADORA TS2	INSTALACIÓN DE LA BOCAMASA	1	
12/10/2019	P14	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELA ROTA	1	
13/10/2019	P13	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER B1/2AB	REVISIÓN DEL PASAJE	1	3
17/10/2019	P14	NO PROGRAMADA	MANGAS DE FILTRO	ATORO POR FALTA DE LIMPIEZA	1	
17/10/2019	P15	NO PROGRAMADA	BANCO B1	ROTURA DE FAJA	2	
20/10/2019	P16	NO PROGRAMADA	MANGAS DE FILTRO	FALLA TÉRMICA	5	1
24/10/2019	P17	NO PROGRAMADA	BANCO B1	ATORO	2	
28/10/2019	P18	NO PROGRAMADA	PLANSIFTER	TELA ROTA PASAJE B4F	1	
29/10/2019	P19	NO PROGRAMADA	MOLINO	FALLA TÉRMICA	2	5
01/11/2019	P20	PROGRAMADO	MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
02/11/2019	P21	PROGRAMADO	MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
03/11/2019	P22	PROGRAMADO	MOLINO	FUMIGACIÓN	24	
Total					120	24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Historial de paradas no programadas de septiembre y octubre del 2019

Nº	Máquinas	Motivo de paradas	Número de fallos	%
P4	Plancifter C1/2	Atoro en el pasaje C1/2	9	37.50%
P1	Filtro neumático 20M	Limpieza de mangas de filtro	4	16.67%
P2	Banco de molienda R2	Rotura de faja	4	16.67%
P11	Terminadora TS2	Rectificación de bocamasa	2	8.33%
P10	Molino	Problemas de arranque	2	8.33%
P20	Molino	Fumigación por plagas	3	12.50%
TOTAL			24	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

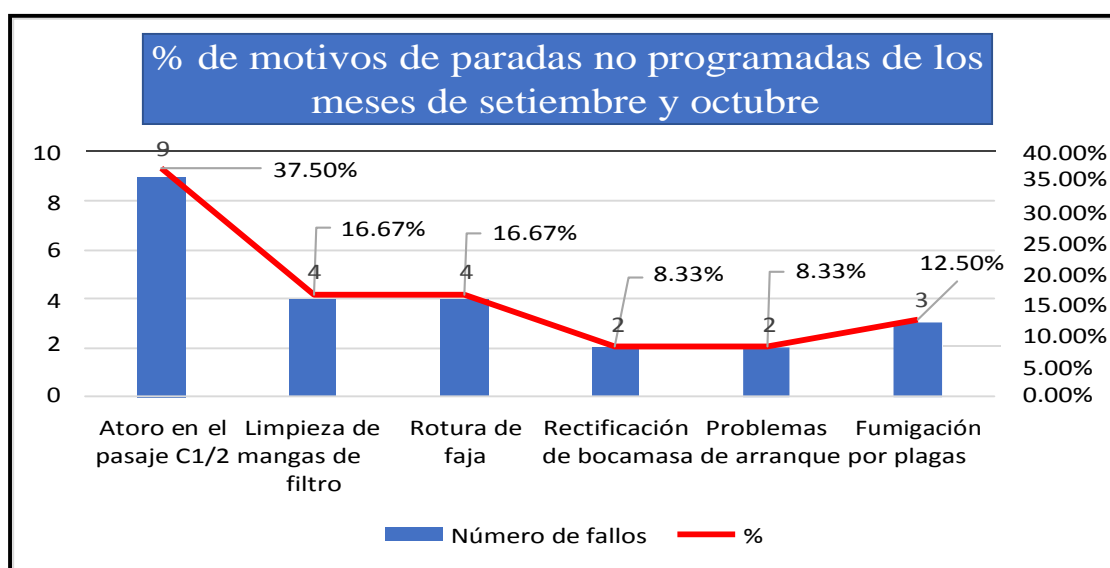


Figura 44. % de motivo de paradas no programadas de los meses de setiembre y octubre.

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la Tabla 57 y la Figura 44 se aprecia que el mayor porcentaje de fallos se da en atoros en los pasajes con el 37.50%, seguido de limpieza de mangas de filtro y rotura de faja con un 16.67%, rectificación de bocamasa y problemas de arranque con el 8.33%, finalmente dentro del estudio hay paradas programadas por fumigación y control de plagas con un 12.5%.

En la Tabla 58 se presenta las horas de paradas del mes de setiembre, teniendo un total de 32 horas de paradas no programadas.

Tabla 58. Horas de paradas del mes de setiembre

Setiembre	Horas de paradas	%
02/09/2019 - 08/09/2019	4	12.5%
09/09/2019 - 15/09/2019	9	28.1%
16/09/2019 - 22/09/2019	7	21.9%
23/09/2019 - 29/09/2019	9	28.1%
30/09/2019 - 06/10/2019	3	9.4%
Total	32	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 45* se presenta el porcentaje de las horas de paradas tomadas en semanas del mes de setiembre.

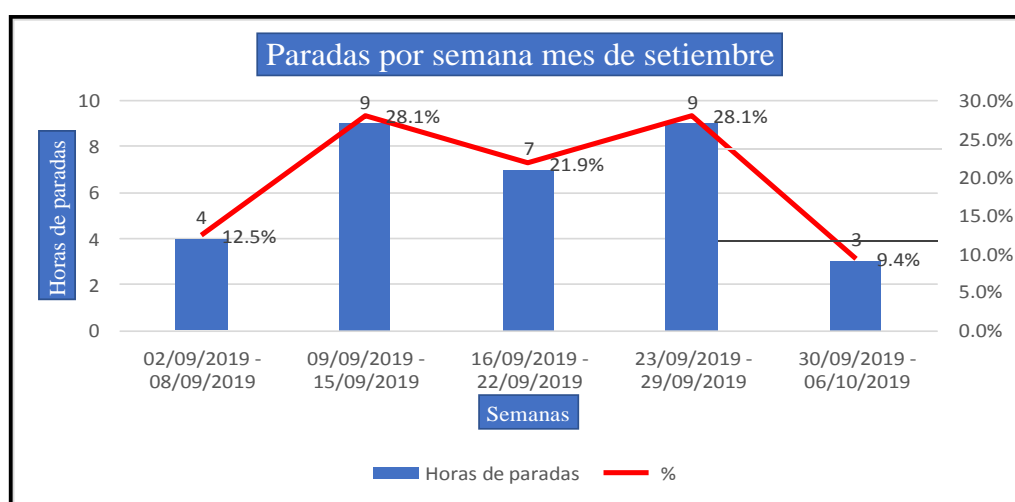


Figura 45. Paradas del mes de setiembre

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 59 se presenta las horas de paradas en semanas del mes de octubre, teniendo un total de 88 horas de paradas no programadas.

Tabla 59. Horas de paradas del mes de octubre

Octubre	Horas de paradas	%
07/10/2019 - 13/10/2019	3	3.4%
14/10/2019 - 20/10/2019	8	9.1%
21/10/2019 - 27/10/2019	2	2.3%
28/10/2019 - 03/11/2019	75	85.2%
Total	88	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 46* se presenta el porcentaje de las horas de paradas tomadas en semanas del mes de octubre.

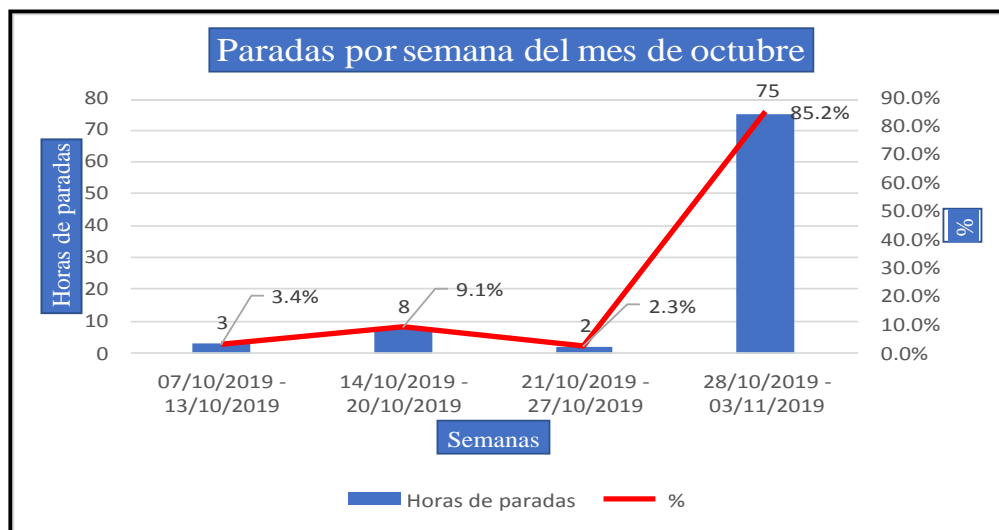


Figura 46. Paradas del mes de octubre.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de productividad se lleva a cabo con las dimensiones de eficiencia Tabla 60 y eficacia Tabla 61.

Tabla 60. Eficiencia en el proceso de molienda y tamizado a partir de horas máquina

Eficiencia pos-test del proceso de molienda y tamizado			E x100%
Semanas	Horas ejecutadas	Horas programadas	Eficiencia %
02/09/2019 - 08/09/2019	6232	6384	97.62
09/09/2019 - 15/09/2019	6042	6384	94.64
16/09/2019 - 22/09/2019	6118	6384	95.83
23/09/2019 - 29/09/2019	6042	6384	94.64
30/09/2019 - 06/10/2019	6270	6384	98.21
07/10/2019 - 13/10/2019	6271	6384	98.23
14/10/2019 - 20/10/2019	6080	6384	95.24
21/10/2019 - 27/10/2019	6308	6384	98.81
28/10/2019 - 03/11/2019	3534	3648	96.88
Promedio de eficiencia pos-test			96.68

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 60 se aprecia que la eficiencia es de 96.68%, lo cual nos indica que esta se encuentra muy bien, no obstante, se puede mejorar aún más. Este dato se obtiene de las horas ejecutadas entre las horas programadas.

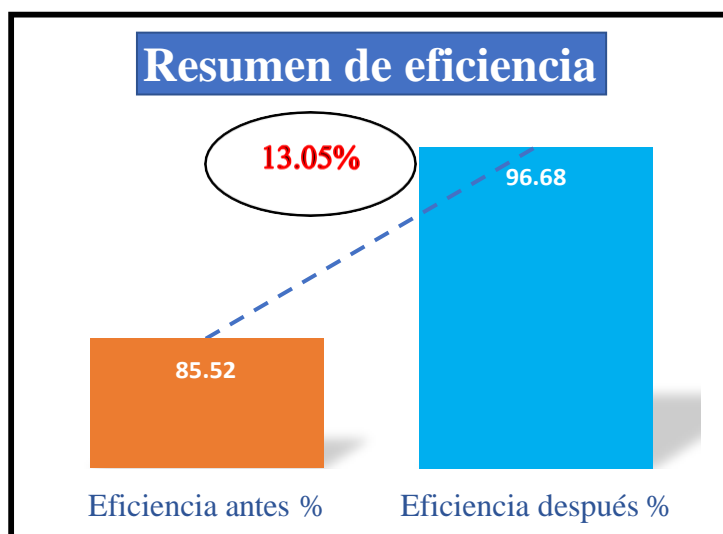


Figura 47. Resumen de eficiencia antes y después en el proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 47 se presenta el resumen de la eficiencia antes y después en el proceso de molienda y tamizado.

Tabla 61. Eficacia en el proceso de molienda y tamizado

Eficacia pos-test del proceso de molienda y tamizado			Efa x100%
Semanas	Producción obtenida(Kg.)	Producción programadas(Kg.)	Eficacia %
02/09/2019 - 08/09/2019	1222368.33	1310400	93.28
09/09/2019 - 15/09/2019	1186249.63	1310400	90.53
16/09/2019 - 22/09/2019	1196599.48	1310400	91.32
23/09/2019 - 29/09/2019	1262180.01	1310400	96.32
30/09/2019 - 06/10/2019	1252910.36	1310400	95.61
07/10/2019 - 13/10/2019	1223248.8	1310400	93.35
14/10/2019 - 20/10/2019	1196200.03	1310400	91.29
21/10/2019 - 27/10/2019	1057603.96	1310400	80.71
28/10/2019 - 03/11/2019	685305.69	748800	91.52
Promedio de eficacia pos-test			91.55

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 61 podemos ver que la Eficacia se encuentra en un 91.55% no está mal, pero todavía queda un porcentaje considerable para mejorar. Estos datos se consiguieron con la producción obtenida entre la producción programada.

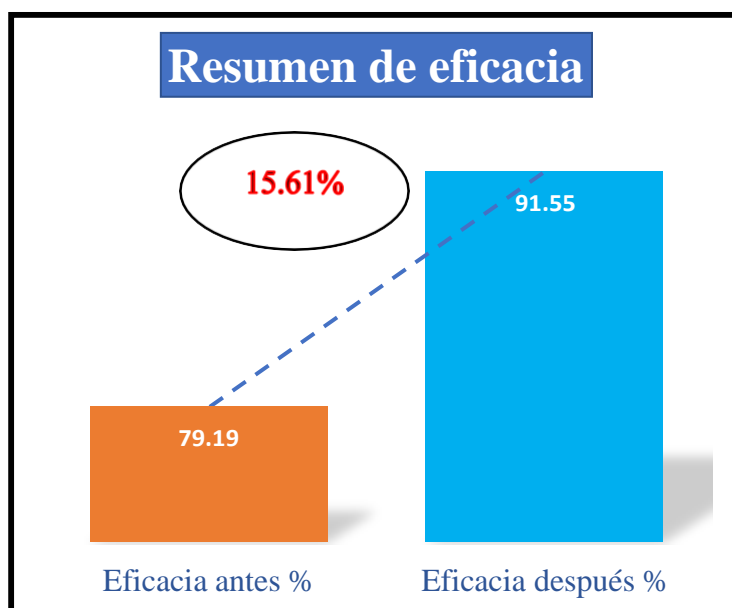


Figura 48 . Resumen de eficacia antes y después del proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 48* se presenta el resumen de la eficacia antes y después en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC.

Tabla 62. Productividad en el proceso de molienda y tamizado

Productividad pos-test del proceso de molienda y tamizado			
Productividad			
Semanas	Eficiencia %	Eficacia %	Productividad %
02/09/2019 - 08/09/2019	97.62	93.28	91.06
09/09/2019 - 15/09/2019	94.64	90.53	85.68
16/09/2019 - 22/09/2019	95.83	91.32	87.51
23/09/2019 - 29/09/2019	94.64	96.32	91.16
30/09/2019 - 06/10/2019	98.21	95.61	93.90
07/10/2019 - 13/10/2019	98.23	93.35	91.70
14/10/2019 - 20/10/2019	95.24	91.29	86.94
21/10/2019 - 27/10/2019	98.81	80.71	79.75
28/10/2019 - 03/11/2019	96.88	91.52	88.66
Promedio productividad pos-test			88.48

Fuente: Elaboración propia.

La productividad en la Tabla 62 se obtiene de los indicadores de eficiencia y eficacia, el cual podemos apreciar que se encuentra en un 88.48%.

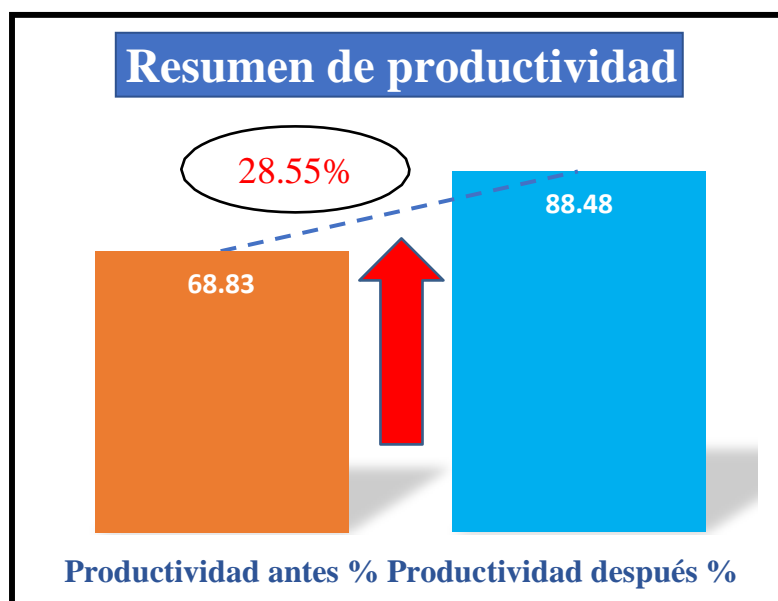


Figura 49. Resumen de productividad antes y después en el proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 49* se presenta el resumen de la productividad antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado teniendo un incremento de 22.21%.

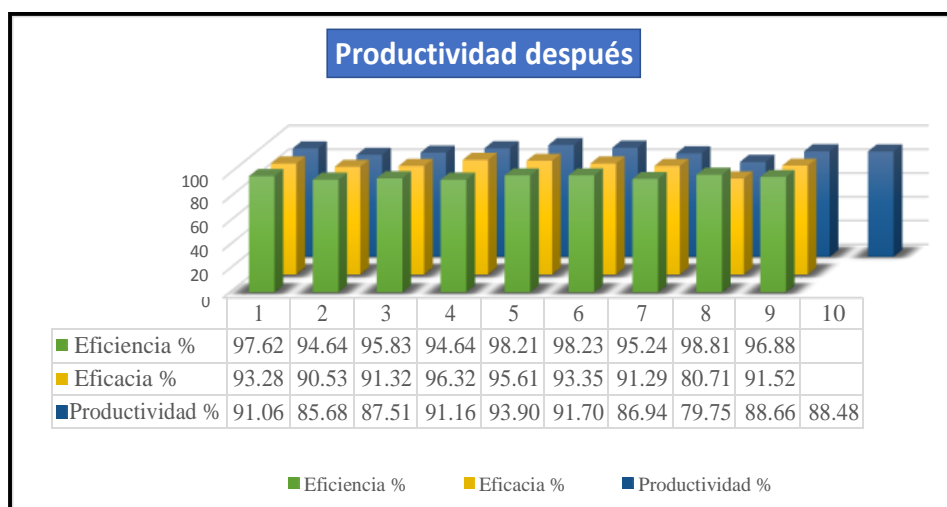


Figura 50. Productividad del proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 50* se aprecia la productividad en 09 semanas con un 91.06%, la cual se calcula por la eficiencia 97.62% y eficacia 93.28%.

La variable independiente se calcula mediante indicadores de confiabilidad Tabla 63 y disponibilidad Tabla 64 de los meses de setiembre y octubre.

Tabla 63. Confiabilidad en el proceso de molienda y tamizado

Confiabilidad pos-test de las máquinas C			
Semanas	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Número de paradas	Confiabilidad
02/09/2019 - 08/09/2019	6232	114	54.67
09/09/2019 - 15/09/2019	6042	76	79.50
16/09/2019 - 22/09/2019	6118	114	53.67
23/09/2019 - 29/09/2019	6042	114	53.00
30/09/2019 - 06/10/2019	6270	38	165.00
07/10/2019 - 13/10/2019	6271	114	55.01
14/10/2019 - 20/10/2019	6080	114	53.33
21/10/2019 - 27/10/2019	6308	38	166.00
28/10/2019 - 03/11/2019	6384	76	84.00
Promedio de confiabilidad pos-test			84.91

Fuente: Elaboración propia.

La confiabilidad en la Tabla 63 nos dice que cada 84.91 horas se produce una parada. Esto se obtiene del tiempo de funcionamiento de las máquinas en horas entre el número de paradas de las mismas.

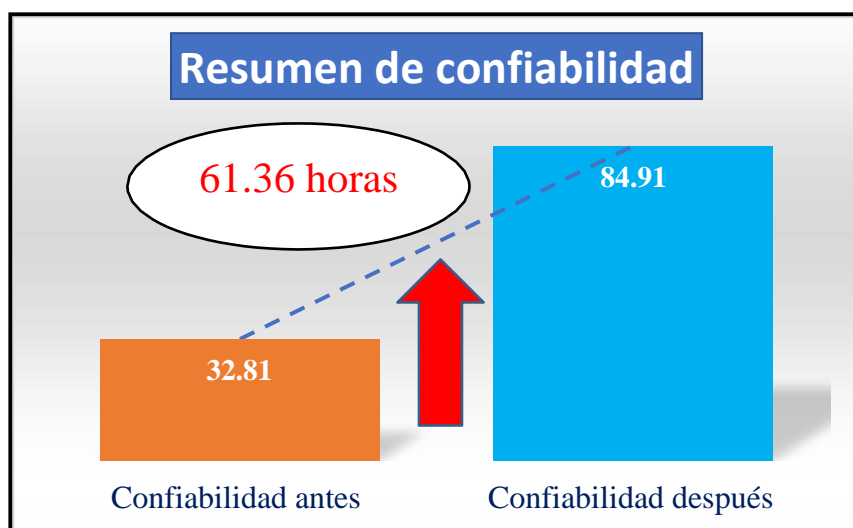


Figura 51. Resumen de confiabilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo.

En la *Figura 51* se aprecia el resumen de la dimensión confiabilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, esto nos indica que cada 32.81 horas

había una parada de máquinas, actualmente se incrementó en un 52.12 horas. Demostrando ahora que cada 84.91 horas se suscitan una parada de máquina.

Tabla 64. . Disponibilidad en las máquinas en el proceso de molienda y tamizado

Disponibilidad pos-test de las máquinas $D \times 100\%$			
Semanas	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
02/09/2019 - 08/09/2019	54.67	1.33	97.57
09/09/2019 - 15/09/2019	79.50	4.5	94.34
16/09/2019 - 22/09/2019	53.67	2.33	95.66
23/09/2019 - 29/09/2019	53.00	3	94.34
30/09/2019 - 06/10/2019	165.00	3	98.18
07/10/2019 - 13/10/2019	55.01	0.99	98.20
14/10/2019 - 20/10/2019	53.33	2.67	94.99
21/10/2019 - 27/10/2019	166.00	2	98.80
28/10/2019 - 03/11/2019	46.50	1.5	96.77
Promedio de disponibilidad pos-test			96.54

Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad en la Tabla 64 es 96.54%. Esto se encuentra del tiempo medio entre fallas dividido con el tiempo medio entre reparaciones.

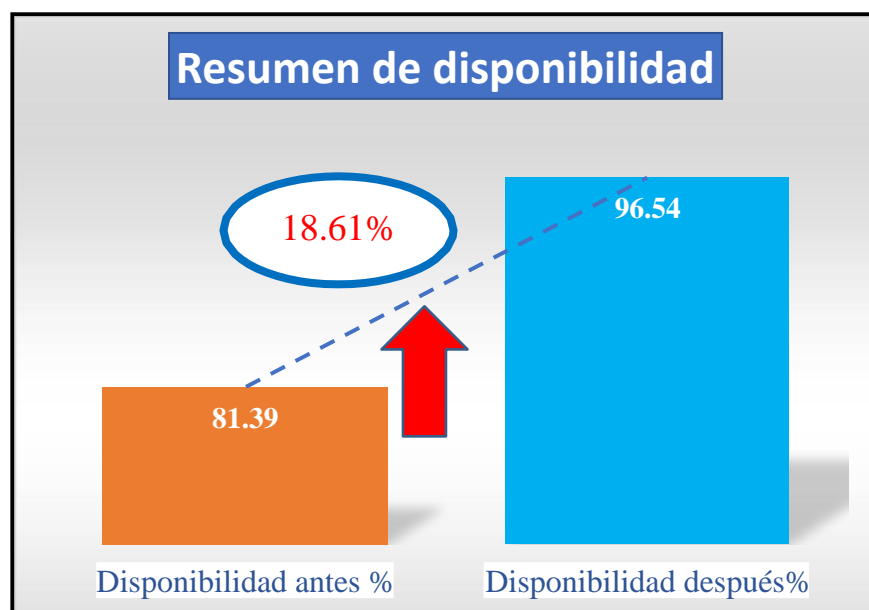


Figura 52. Resumen de disponibilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 52* se aprecia el resumen de la dimensión disponibilidad antes y después en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, esto nos indica que la disponibilidad de la maquinas fue de 81.39%, actualmente se incrementó un 18.61%, teniendo como resultado actual la disponibilidad de las maquinas en 96.54%.

Tabla 65. . Indicadores de mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado

Indicadores de mantenimiento pos-test			D	X 100%	Co	
Semanas	MTBF	MTTR	Disponibilidad %	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Número de paradas	Confiabilidad
02/09/2019 - 08/09/2019	54.67	1.33	97.57	6232	114	54.67
09/09/2019 - 15/09/2019	79.50	4.5	94.34	6042	76	79.50
16/09/2019 - 22/09/2019	53.67	2.33	95.66	6118	114	53.67
23/09/2019 - 29/09/2019	53.00	3	94.34	6042	114	53.00
30/09/2019 - 06/10/2019	165.00	3	98.18	6270	38	165.00
07/10/2019 - 13/10/2019	55.01	0.99	98.20	6271	114	55.01
14/10/2019 - 20/10/2019	53.33	2.67	94.99	6080	114	53.33
21/10/2019 - 27/10/2019	166.00	2	98.80	6308	38	166.00
28/10/2019 - 03/11/2019	46.50	1.5	96.77	3534	76	46.50
Promedio de disponibilidad %			96.54	Promedio de confiabilidad		80.74

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 65 se aprecia el pos-test de los indicadores de mantenimiento preventivo, los datos tomados son de 9 semanas para calcular el promedio de disponibilidad que resulta 96.54% y el promedio de confiabilidad nos dice que cada 80.74 horas se produce una parada. Estos datos son necesarios para comparar resultados del antes y el después para saber si se ha mejorado o no con la implementación del mantenimiento preventivo.

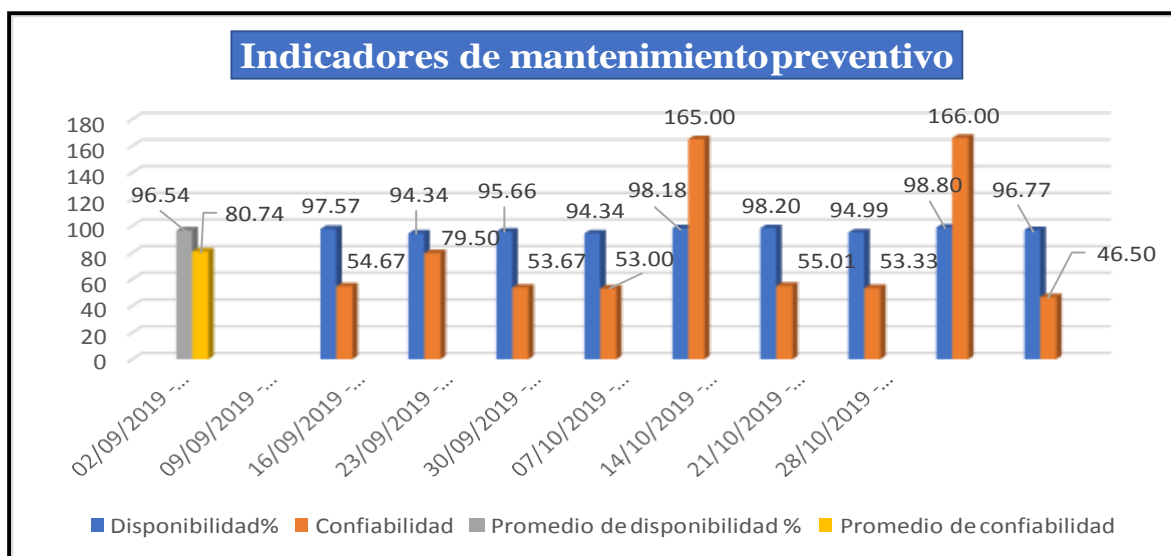


Figura 53. Indicador de mantenimiento preventivo en proceso de molienda y tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN GENERAL

Tabla 66. Resumen del porcentaje de la mejora del pre-test y el post-test.

	Pre-test	Post-test	Δ %
Eficiencia	85.52	96.68	13.05
Eficacia	79.19	91.55	15.61
Productividad	68.83	88.48	28.55
Confiabilidad	32.81	84.91	61.36
Disponibilidad	81.39	96.54	18.61
Costos de producción por Kg.	S/ 1.24	S/ 1.14	-8.06

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 66 se aprecia el resumen general en porcentaje de los indicadores y el costo de producción de un kilogramo de harina de trigo del pre-test y el post-test.

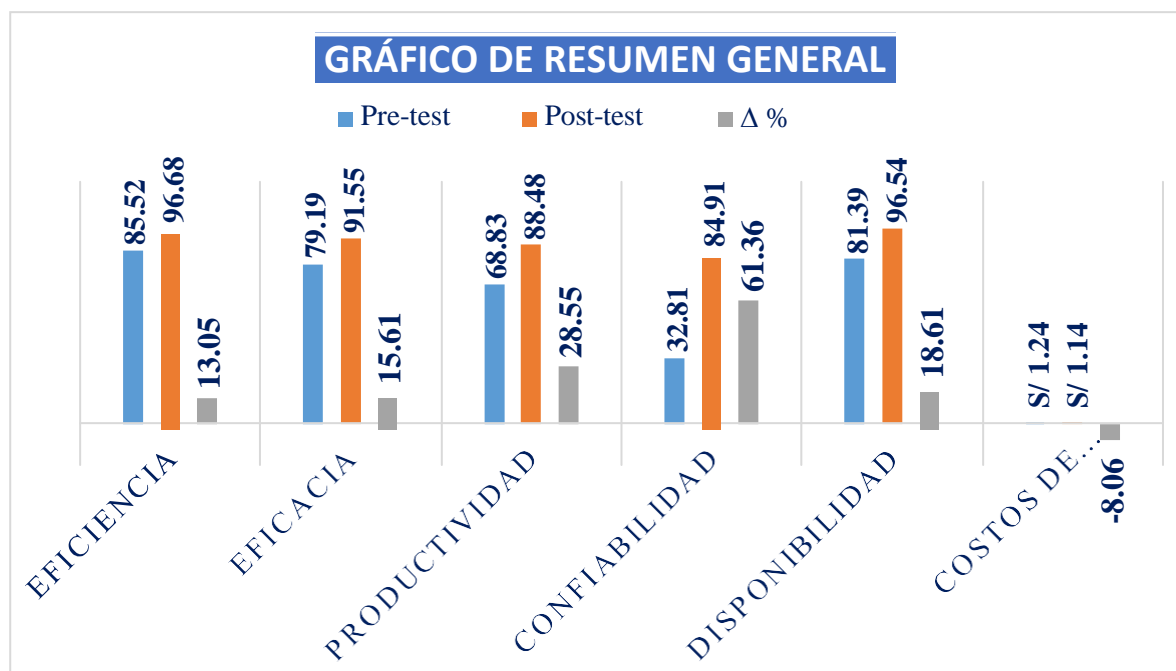


Figura 54. Resumen general de las dimensiones.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 66 y la Figura 54 se presenta el resumen general de las dimensiones en estudio teniendo un incremento en eficiencia de 13.05%, eficacia 15.61%, productividad 28.55%, confiabilidad 61.36, disponibilidad en 18.61% y disminuyendo los costos de producción por kg en un 8.06%.

2.7.8.1 Costo del producto actual

Se procede a calcular el costo de producción actual en los meses de setiembre y octubre para comparar los resultados del antes y después de la mejora.

Tabla 67. Costo de producción del mes de setiembre post-test 2019

	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Mano de obra				
Técnicos de mantenimiento	Sueldo	2	S/. 1,150.00	S/. 2,300.00
Jefe de mantenimiento	Sueldo	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Operario	Sueldos	10	S/. 930.00	S/. 9,300.00
Mano de obra Indirecta				
Jefe de producción	Sueldo	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
Costos directos				
Telas de nylon	Metros	36	S/. 119.70	S/. 4,309.20
Trigo	Toneladas	7413	S/. 713.80	S/. 5,291,399.40
Aditivos	Kilogramos	1725	S/. 166.00	S/. 286,350.00
Fajas de caucho	Unidades	36	S/. 33.06	S/. 1,190.16
Rodamientos	Unidades	5	S/. 290.00	S/. 1,450.00
Paletas	Unidades	4	S/. 72.00	S/. 288.00
Chumaseras	Unidades	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Tiptaps	Unidades	50	S/. 6.60	S/. 330.00
Costos indirectos				
Luz	Servicio	246489	S/. 0.47	S/. 115,849.83
Agua	Servicio	92543	S/. 2.26	S/. 209,147.18
Materiales indirectos				
Grasa alvania, shellomala, skf	Kilos	4	S/. 20.00	S/. 80.00
Total costo de producción				S/. 5,928,993.77
Producción (Kilogramos)				5225180.16
Costo unitario (Kilogramos)				S/. 1.13

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 67 se aprecia el costo de un kilogramo de harina de trigo en el mes de setiembre es S/1.13, basados en la producción de 5225180.16 kilogramos de harina de trigo pertenecientes al mes de setiembre.

A continuación, se presenta el costo de producción del mes de octubre, esto debido a que los costos cambian según los meses.

Tabla 68. Costo de producción del mes de octubre post-test 2019

	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Mano de obra				
Técnicos de mantenimiento	Sueldo	2	S/. 1,150.00	S/. 2,300.00
Jefe de mantenimiento	Sueldo	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Operario	Sueldos	10	S/. 930.00	S/. 9,300.00
Mano de obra Indirecta				
Jefe de producción	Sueldo	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
Costos directos				
Telas de nylon	Metros	30	S/. 119.70	S/. 3,591.00
Trigo	Toneladas	7513	S/. 713.80	S/. 5,362,779.40
Aditivos	Kilogramos	1793	S/. 166.00	S/. 297,638.00
Fajas de caucho	Unidades	38	S/. 33.06	S/. 1,256.28
Rodamientos	Unidades	4	S/. 290.00	S/. 1,160.00
Paletas	Unidades	4	S/. 72.00	S/. 288.00
Chumaseras	Unidades	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Tiptaps	Unidades	50	S/. 6.60	S/. 330.00
Costos indirectos				
Luz	Servicio	254489	S/. 0.47	S/. 119,609.83
Agua	Servicio	96243	S/. 2.26	S/. 217,509.18
Materiales indirectos				
Grasa alvania, shell omala, skf	Kilos	4	S/. 20.00	S/. 80.00
Total costo de producción				S/. 6,022,841.69
Producción (Kilogramos)				5225180.16
Costo unitario (Kilogramos)				S/. 1.15

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 68 se aprecia el costo de un kilogramo de harina de trigo es S/1.15, este costo se basa en 5225180.16 kilogramos pertenecientes al mes de octubre.

Tabla 69. Promedio costo de un kilogramo de producción pos-test

Costo de un kilogramo setiembre	Costo de un kilogramo octubre	Promedio de costo de un kilogramo final
S/. 1.13	S/. 1.15	S/. 1.14

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 69 se muestra el promedio de costo de un kilogramo de los meses de setiembre y octubre, 60 días, es S/1.14.

En la *Figura 55* se aprecia el costo antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo, mostrándonos un ahorro del 8.06%.

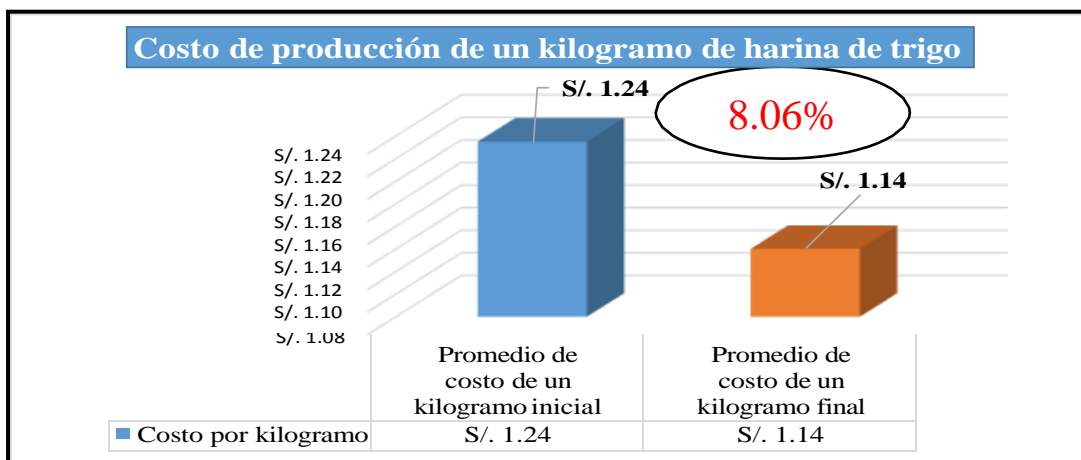


Figura 55. Costo de producción por kilogramo de harina inicial y final

Fuente: Elaboración propia.

2.7.9 Análisis económico financiero

Para el análisis se requerirá la propuesta económica de la implementación del mantenimiento preventivo, para calcular los costos y beneficios del mismo. Luego, se realizará el análisis la ratio de costo beneficio.

Para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa a Agroindustria Santa María SAC, se incurre a siguientes gastos.

Tabla 70. Costos de implementación de mantenimiento preventivo

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo				
Recursos	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Escobas	3	Unidad	S/. 11.00	S/. 33.00
Recogedores	3	Unidad	S/. 10.00	S/. 30.00
Trapos industriales	20	Kilogramos	S/. 2.80	S/. 56.00
Capacitación en planta	14	Personas	S/. 600.00	S/. 8,400.00
señalización	38	Unidad	S/. 8.50	S/. 323.00
Etiquetas para las máquinas	38	Unidad	S/. 3.00	S/. 114.00
Plan de mantenimiento preventivo trimestral	4	Unidad	S/. 150.00	S/. 600.00
Plan de mantenimiento preventivo bimestral	2	Unidad	S/. 600.00	S/. 1,200.00
Plan de mantenimiento preventivo anual	1	Unidad	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00
Cajas de herramientas	1	Unidad	S/. 300.00	S/. 300.00
Juego de herramientas	1	Juego	S/. 500.00	S/. 500.00
Sub total de implementación mantenimiento preventivo				S/. 12,456.00
Capacitación				
Manual de mantenimiento preventivo	1	Juegos	S/. 300.00	S/. 300.00
Lapiceros	12	Unidad	S/. 1.00	S/. 12.00
USB 16 GB	2	Unidad	S/. 25.00	S/. 50.00
Materiales impresos	12	Unidad	S/. 10.00	S/. 120.00
Anillado	8	Juegos	S/. 13.00	S/. 104.00
Folders	16	Unidad	S/. 1.00	S/. 16.00
Sub total de capacitación				S/. 602.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 70 se observa el total de inversión para implementar el mantenimiento preventivo es S/.13058. A continuación, se presenta el análisis de mano de obra:

Tabla 71. Costo de recursos humanos para el mantenimiento preventivo

Recursos humanos	
Descripción	Costo
Trabajadores	S/. 17,600.00
Investigación	S/. 7,000.00
Total	S/. 24,600.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 71 se visualiza el total de recursos humanos necesarios para la implementación del mantenimiento preventivo es S/24600. Luego, se obtiene la inversión final:

Tabla 72. Presupuesto total de la implementación

Presupuesto total	
Descripción total	Costos
Recursos humanos	S/. 24,600.00
Recursos materiales	S/. 5,026.00
Total	S/. 29,626.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 72 se presenta el gasto total a utilizar es S/.29626, cifra que se utilizará para la implementación del mantenimiento preventivo y mejorar la productividad en la empresa Agroindustria Santa María SAC.

Tabla 73. Costos de sostenimiento de Mantenimiento Preventivo

Recursos	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Mantenimiento	38	Unidades	S/. 150.00	S/. 5,700.00
Capacitación	14	Personas	S/. 100.00	S/. 1,400.00
Grasa SKF Shel-Omala	20	unidad	S/. 6.00	S/. 120.00
Trapos industriales	20	Kilogramos	S/. 2.80	S/. 56.00
Total				S/. 7,276.00

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 73 nos muestra el costo de mantenimiento que permitirá mantener vigente la implementación del mantenimiento preventivo, cuyo valor es de S/.7276.

2.7.9.1 Análisis beneficio - costo

Para obtener el costo beneficio del mantenimiento se tiene presente la siguiente información:

Tabla 74. Margen de contribución del mes de mayo 2019

Estimación del margen de contribución - mayo 2019						
Empresa:	Agroindustria Santa María		Método:		Pre-Test	Post-Test
Elaborado por:	Walter, Cajas y Antero Del		Proceso:		Molienda y tamizado	
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS Kg	PRECIO DE VENTA UNITARI O	COSTO UNITAR IO	VENTAS	COSTOS VARIABLES	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E
02/05/2019	82598.24	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 123,897.36	S/ 97,465.92	S/ 26,431.44
03/05/2019	158889.9	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 238,334.85	S/ 187,490.08	S/ 50,844.77
04/05/2019	179000	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 268,500.00	S/ 211,220.00	S/ 57,280.00
05/05/2019	112930.1	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 169,395.15	S/ 133,257.52	S/ 36,137.63
06/05/2019	150705.04	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 226,057.56	S/ 177,831.95	S/ 48,225.61
07/05/2019	177824.05	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 266,736.08	S/ 209,832.38	S/ 56,903.70
08/05/2019	178633.06	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 267,949.59	S/ 210,787.01	S/ 57,162.58
09/05/2019	182416.9	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 273,625.35	S/ 215,251.94	S/ 58,373.41
10/05/2019	164473.97	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 246,710.96	S/ 194,079.28	S/ 52,631.67
11/05/2019	176220.52	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 264,330.78	S/ 207,940.21	S/ 56,390.57
12/05/2019	176220.52	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 264,330.78	S/ 207,940.21	S/ 56,390.57
13/05/2019	180886.77	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 271,330.16	S/ 213,446.39	S/ 57,883.77
14/05/2019	164755.75	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 247,133.63	S/ 194,411.79	S/ 52,721.84
15/05/2019	163164	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 244,746.00	S/ 192,533.52	S/ 52,212.48
16/05/2019	169184.5	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 253,776.75	S/ 199,637.71	S/ 54,139.04
17/05/2019	180737.5	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 271,106.25	S/ 213,270.25	S/ 57,836.00
18/05/2019	167579.28	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 251,368.92	S/ 197,743.55	S/ 53,625.37
19/05/2019	123068.23	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 184,602.35	S/ 145,220.51	S/ 39,381.83
20/05/2019	175522.1	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 263,283.15	S/ 207,116.08	S/ 56,167.07
21/05/2019	169041.43	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 253,562.15	S/ 199,468.89	S/ 54,093.26
22/05/2019	45778.67	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 68,668.01	S/ 54,018.83	S/ 14,649.17
23/05/2019	159189.92	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 238,784.88	S/ 187,844.11	S/ 50,940.77
24/05/2019	179273.1	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 268,909.65	S/ 211,542.26	S/ 57,367.39
25/05/2019	177200	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 265,800.00	S/ 209,096.00	S/ 56,704.00
26/05/2019	163910.3	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 245,865.45	S/ 193,414.15	S/ 52,451.30
27/05/2019	174358.8	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 261,538.20	S/ 205,743.38	S/ 55,794.82
28/05/2019	162595.84	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 243,893.76	S/ 191,863.09	S/ 52,030.67
29/05/2019	182341.9	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 273,512.85	S/ 215,163.44	S/ 58,349.41
30/05/2019	179714	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 269,571.00	S/ 212,062.52	S/ 57,508.48
31/05/2019	170914.7	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 256,372.05	S/ 201,679.35	S/ 54,692.70
TOTAL	4829129.09	S/. 1.50	S/ 1.18	S/ 7,243,693.64	S/5,698,372.33	S/ 1,545,321.31

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 74 se aprecia que el mes de mayo de 2019 se han producido 4829129.09 kilogramos de harina de trigo cuyo valor de ventas S/.7243693.64, el costo variable de producción de estos kilos son S/5698372.33, obteniéndose como margen de contribución total S/1545321.31.

A continuación, se presenta el margen de contribución del mes de junio:

Tabla 75. Margen de contribución del mes de junio 2019

Estimación del margen de contribución - junio 2019						
Empresa:	Agroindustria Santa María		Método:		Pre-Test	Post-Test
Elaborado por:	Walter, Cajas y Antero Del		Proceso:		Molienda y tamizado	
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS Kg	PRECIO DE VENTA UNITARIO	COSTO UNITARIO	VENTAS	COSTOS VARIABLES	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E
01/06/2019	0	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ -	S/ -	S/ -
02/06/2019	173988.9	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 260,983.35	S/ 224,445.68	S/ 36,537.67
03/06/2019	160315.83	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 240,473.75	S/ 206,807.42	S/ 33,666.32
04/06/2019	150618.83	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 225,928.25	S/ 194,298.29	S/ 31,629.95
05/06/2019	140309.58	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 210,464.37	S/ 180,999.36	S/ 29,465.01
06/06/2019	156052.34	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 234,078.51	S/ 201,307.52	S/ 32,770.99
07/06/2019	175054.8	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 262,582.20	S/ 225,820.69	S/ 36,761.51
08/06/2019	168343.97	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 252,515.96	S/ 217,163.72	S/ 35,352.23
09/06/2019	156341.97	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 234,512.96	S/ 201,681.14	S/ 32,831.81
10/06/2019	177523.05	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 266,284.58	S/ 229,004.73	S/ 37,279.84
11/06/2019	185108.75	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 277,663.13	S/ 238,790.29	S/ 38,872.84
12/06/2019	174324.4	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 261,486.60	S/ 224,878.48	S/ 36,608.12
13/06/2019	165028.2	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 247,542.30	S/ 212,886.38	S/ 34,655.92
14/06/2019	152866.8	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 229,300.20	S/ 197,198.17	S/ 32,102.03
15/06/2019	0	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ -	S/ -	S/ -
16/06/2019	0	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ -	S/ -	S/ -
17/06/2019	73961.6	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 110,942.40	S/ 95,410.46	S/ 15,531.94
18/06/2019	135153.7	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 202,730.55	S/ 174,348.27	S/ 28,382.28
19/06/2019	162980.4	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 244,470.60	S/ 210,244.72	S/ 34,225.88
20/06/2019	173047.25	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 259,570.88	S/ 223,230.95	S/ 36,339.92
21/06/2019	182264.35	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 273,396.53	S/ 235,121.01	S/ 38,275.51
22/06/2019	176416.49	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 264,624.74	S/ 227,577.27	S/ 37,047.46
23/06/2019	176416.49	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 264,624.74	S/ 227,577.27	S/ 37,047.46
24/06/2019	167145.19	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 250,717.79	S/ 215,617.30	S/ 35,100.49
25/06/2019	167626	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 251,439.00	S/ 216,237.54	S/ 35,201.46
26/06/2019	157404.8	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 236,107.20	S/ 203,052.19	S/ 33,055.01
27/06/2019	178584.9	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 267,877.35	S/ 230,374.52	S/ 37,502.83
28/06/2019	169149.4	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 253,724.10	S/ 218,202.73	S/ 35,521.37
29/06/2019	165563.6	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 248,345.40	S/ 213,577.04	S/ 34,768.36
30/06/2019	165563.6	S/. 1.50	S/ 1.29	S/ 248,345.40	S/ 213,577.04	S/ 34,768.36
TOTAL	4387155.19	S/. 1.50	S/ 1.29	S/6,580,732.79	S/5,659,430.20	S/ 921,302.59

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 75 se aprecia que el mes de junio de 2019 se han producido 4387155.19 kilogramos de harina de trigo cuyo valor de ventas S/.6580732.79, el costo variable de producción de estos kilos son S/5659430.20, obteniéndose como margen de contribución total S/921302.59. Por ende, resulta que el margen de contribución del pre-test de 60 días en los meses de mayo y junio es S/.2466632.90.

Posteriormente se presenta el margen de contribución del post-test del mes de setiembre:

Tabla 76. Margen de contribución del mes de setiembre

Estimación del margen de contribución - setiembre 2019						
Empresa:	Agroindustria Santa María		Método:		Pre-Test	Post-Test
Elaborado por:	Walter, Cajas y Antero Del		Proceso:		Molienda y tamizado	
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS Kg	PRECIO DE VENTA UNITARIO	COSTO UNITARIO	VENTAS	COSTOS VARIABLES	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E
01/09/2019	179854.85	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 269,782.28	S/ 203,235.98	S/ 66,546.29
02/09/2019	183425.66	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 275,138.49	S/ 207,271.00	S/ 67,867.49
03/09/2019	174085.3	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 261,127.95	S/ 196,716.39	S/ 64,411.56
04/09/2019	161830.54	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 242,745.81	S/ 182,868.51	S/ 59,877.30
05/09/2019	175328.4	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 262,992.60	S/ 198,121.09	S/ 64,871.51
06/09/2019	176323.42	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 264,485.13	S/ 199,245.46	S/ 65,239.67
07/09/2019	181509.12	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 272,263.68	S/ 205,105.31	S/ 67,158.37
08/09/2019	169865.89	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 254,798.84	S/ 191,948.46	S/ 62,850.38
09/09/2019	118506.76	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 177,760.14	S/ 133,912.64	S/ 43,847.50
10/09/2019	181929.79	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 272,894.69	S/ 205,580.66	S/ 67,314.02
11/09/2019	184700.8	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 277,051.20	S/ 208,711.90	S/ 68,339.30
12/09/2019	176870.85	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 265,306.28	S/ 199,864.06	S/ 65,442.21
13/09/2019	160905.85	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 241,358.78	S/ 181,823.61	S/ 59,535.16
14/09/2019	176940.58	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 265,410.87	S/ 199,942.86	S/ 65,468.01
15/09/2019	186395	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 279,592.50	S/ 210,626.35	S/ 68,966.15
16/09/2019	186463	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 279,694.50	S/ 210,703.19	S/ 68,991.31
17/09/2019	149636.78	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 224,455.17	S/ 169,089.56	S/ 55,365.61
18/09/2019	185172.26	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 277,758.39	S/ 209,244.65	S/ 68,513.74
19/09/2019	170902.28	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 256,353.42	S/ 193,119.58	S/ 63,233.84
20/09/2019	178083.22	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 267,124.83	S/ 201,234.04	S/ 65,890.79
21/09/2019	164681.97	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 247,022.96	S/ 186,090.63	S/ 60,932.33
22/09/2019	161659.97	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 242,489.96	S/ 182,675.77	S/ 59,814.19
23/09/2019	184622.3	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 276,933.45	S/ 208,623.20	S/ 68,310.25
24/09/2019	180897.59	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 271,346.39	S/ 204,414.28	S/ 66,932.11
25/09/2019	180764.35	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 271,146.53	S/ 204,263.72	S/ 66,882.81
26/09/2019	168574.55	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 252,861.83	S/ 190,489.24	S/ 62,372.58
27/09/2019	175069.87	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 262,604.81	S/ 197,828.95	S/ 64,775.85
28/09/2019	186406.17	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 279,609.26	S/ 210,638.97	S/ 68,970.28
29/09/2019	185845.73	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 278,768.60	S/ 210,005.67	S/ 68,762.92
30/09/2019	177927.88	S/. 1.50	S/ 1.13	S/ 266,891.82	S/ 201,058.50	S/ 65,833.32
TOTAL	5225180.73	S/. 1.50	S/ 0.99	S/ 7,837,771.10	S/ 5,172,928.92	S/ 2,664,842.17

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 76 se aprecia que el mes de setiembre de 2019 se han producido 5225180.73 kilogramos de harina de trigo cuyo valor de ventas S/.7837771.10, el costo variable de producción de estos kilos son S/5172928.92, obteniéndose como margen de contribución total S/2664842.17.

Tabla 77. Margen de contribución del mes de octubre

Estimación del margen de contribución - octubre 2019							
Empresa:	Agroindustria Santa María			Método:		Post-Test	Post-Test
Elaborado por:	Walter, Cajas y Antero Del			Proceso:		Molienda y tamizado	
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS Kg	PRECIO DE VENTA UNITARIO	COSTO UNITARIO	VENTAS	COSTOS VARIABLES	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E	
01/10/2019	180273.5	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 270,410.25	S/ 207,314.53	S/	63,095.73
02/10/2019	183263.9	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 274,895.85	S/ 210,753.49	S/	64,142.36
03/10/2019	184900.6	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 277,350.90	S/ 212,635.69	S/	64,715.21
04/10/2019	185900	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 278,850.00	S/ 213,785.00	S/	65,065.00
05/10/2019	155517.37	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 233,276.06	S/ 178,844.98	S/	54,431.08
06/10/2019	185127.11	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 277,690.67	S/ 212,896.18	S/	64,794.49
07/10/2019	180305.06	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 270,457.59	S/ 207,350.82	S/	63,106.77
08/10/2019	164394.13	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 246,591.20	S/ 189,053.25	S/	57,537.95
09/10/2019	184656.1	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 276,984.15	S/ 212,354.52	S/	64,629.64
10/10/2019	177583.73	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 266,375.60	S/ 204,221.29	S/	62,154.31
11/10/2019	177583.73	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 266,375.60	S/ 204,221.29	S/	62,154.31
12/10/2019	169363	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 254,044.50	S/ 194,767.45	S/	59,277.05
13/10/2019	169363.05	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 254,044.58	S/ 194,767.51	S/	59,277.07
14/10/2019	185885.32	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 278,827.98	S/ 213,768.12	S/	65,059.86
15/10/2019	179531.8	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 269,297.70	S/ 206,461.57	S/	62,836.13
16/10/2019	184047.5	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 276,071.25	S/ 211,654.63	S/	64,416.63
17/10/2019	156080.55	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 234,120.83	S/ 179,492.63	S/	54,628.19
18/10/2019	183156.54	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 274,734.81	S/ 210,630.02	S/	64,104.79
19/10/2019	172781.16	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 259,171.74	S/ 198,698.33	S/	60,473.41
20/10/2019	134717.16	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 202,075.74	S/ 154,924.73	S/	47,151.01
21/10/2019	179697.38	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 269,546.07	S/ 206,651.99	S/	62,894.08
22/10/2019	178994.14	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 268,491.21	S/ 205,843.26	S/	62,647.95
23/10/2019	175561.49	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,342.24	S/ 201,895.71	S/	61,446.52
24/10/2019	164222.7	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 246,334.05	S/ 188,856.11	S/	57,477.95
25/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
26/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
27/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
28/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
29/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
30/10/2019	175348.08	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 263,022.12	S/ 201,650.29	S/	61,371.83
Total	5244995.5	S/. 1.50	S/ 1.15	S/ 7,867,493.25	S/ 6,031,744.83	S/ 1,835,748.43	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 77 se aprecia que el mes de octubre de 2019 se han producido 5420343.58 kilogramos de harina de trigo cuyo valor de ventas S/.8130515.37, el costo variable de producción de estos kilos son S/5366140.14, obteniéndose como margen de contribución total S/2764375.23.

Presentamos para mejor visualización del cálculo del margen de contribución con los datos de venta y costos (antes y después):

Tabla 78. Cálculo del margen de contribución

	Ventas	Costos	Margen de contribución
Antes	S/. 363,800.70	S/. 300,741.91	S/. 63,058.79
Despues	S/. 413,296.43	S/. 314,105.28	S/. 99,191.15
$\Delta =$	S/. 49,495.73		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 78 se observa que el margen de contribución antes es de S/ 63058.79, mientras que después de aplicada la mejora es de S/ 99191.15 por tanto, se obtiene como diferencia el monto de S/ 36132.36.

Habiéndose obtenido el monto de diferencia del margen de contribución después - antes y el cálculo de los gastos de la implementación de la mejora (Tabla 77) se procede a realizar el cálculo beneficio – costo para poder determinar si el proyecto es viable.

La interpretación del resultado del análisis será el siguiente:

- Si $B/C > 1$ El proyecto es factible, por tanto, será aceptado
- Si $B/C = 1$ El proyecto apenas tendrá rentabilidad esperada, por lo cual debe ser postergado
- Si $B/C < 1$ El proyecto será rechazado.



La ratio Beneficio - Costo luego de la implementación da como resultado 1.67 y al ser este valor mayor que 1, esta nos indica que la inversión realizada para la ejecución del plan fue factible y aceptada.

A continuación, se procederá a presentar el cálculo del valor actual neto y de la tasa interna de retorno en un periodo de doce meses, con datos promedios de una producción de 60 días al mes. Este promedio es obtenido de nuestra producción obtenida en pre – test y post – test.

Tabla 79. Datos previos para el cálculo del VAN Y TIR

	Unidades producidas por mes antes	Unidades producidas por mes después	Diferencia	Precio unitario	Costo unitario antes	costo unitario después	Ventas antes	ventas después	Costo antes	Costo después	Incremento de costos	Incremento de ventas
Promedio	242533.8	275530.95	32997.15	S/. 1.50	S/. 1.24	S/. 1.14	S/. 363,800.70	S/. 413,296.43	S/. 300,741.91	S/. 314,105.28	S/. 13,363.37	S/. 49,495.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80. Cálculo de Valor Actual Neto(VAN) y la Tasa Interna de Retorno(TIR)

	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12
Incremento de ventas		S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73	S/. 49,495.73
Incremento de costos		S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37	S/. 13,363.37
Egresos		S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00	S/. 7,276.00
Inversión	-S/. 29,626.00	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36	S/. 28,856.36

Van =	S/. 149,121.09
Tir =	97%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos que se muestran en la Tabla 80 se proyectan 12 meses, se observa el incremento de ventas y costos, por el aumento en la producción. No obstante, los egresos mensuales de S/ 7276, se proyecta, el costo de las capacitaciones y sostenimiento de la herramienta en el lapso de un año, para mantener la mejora aplicada.

Haciendo uso de la tasa de interés mensual del 12%, obtenemos un Valor Actual Neto (VAN) estimado a un año de S/ 149121.09, comprobando que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molienda y tamizado, por lo tanto, se demuestra la viabilidad económica del proyecto. El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es 97%, por ello, la inversión es recuperada y adicionalmente se obtienen beneficios, haciendo este proyecto rentable.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

Se presenta el análisis descriptivo del antes y después de cada una de las variables y dimensiones, de los resultados obtenidos en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Agroindustria Santa María SAC.

3.1.1 Variable independiente: Mantenimiento preventivo

Dimensión: Confiabilidad

Tabla 81. Confiabilidad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo

Semanas	Confiabilidad antes	Semanas	Confiabilidad después
29/04/2019 - 05/05/2019	15.00	02/09/2019 - 08/09/2019	54.67
06/05/2019 - 12/05/2019	32.20	09/09/2019 - 15/09/2019	79.50
13/05/2019 - 19/05/2019	80.50	16/09/2019 - 22/09/2019	53.67
20/05/2019 - 26/05/2019	20.57	23/09/2019 - 29/09/2019	53.00
27/05/2019 - 02/06/2019	22.67	30/09/2019 - 06/10/2019	165.00
03/06/2019 - 09/06/2019	18.63	07/10/2019 - 13/10/2019	55.01
10/06/2019 - 16/06/2019	22.80	14/10/2019 - 20/10/2019	53.33
17/06/2019 - 23/06/2019	29.60	21/10/2019 - 27/10/2019	166.00
24/06/2019 - 30/06/2019	53.33	28/10/2019 - 03/11/2019	84.00

Fuente: Elaboración propia.

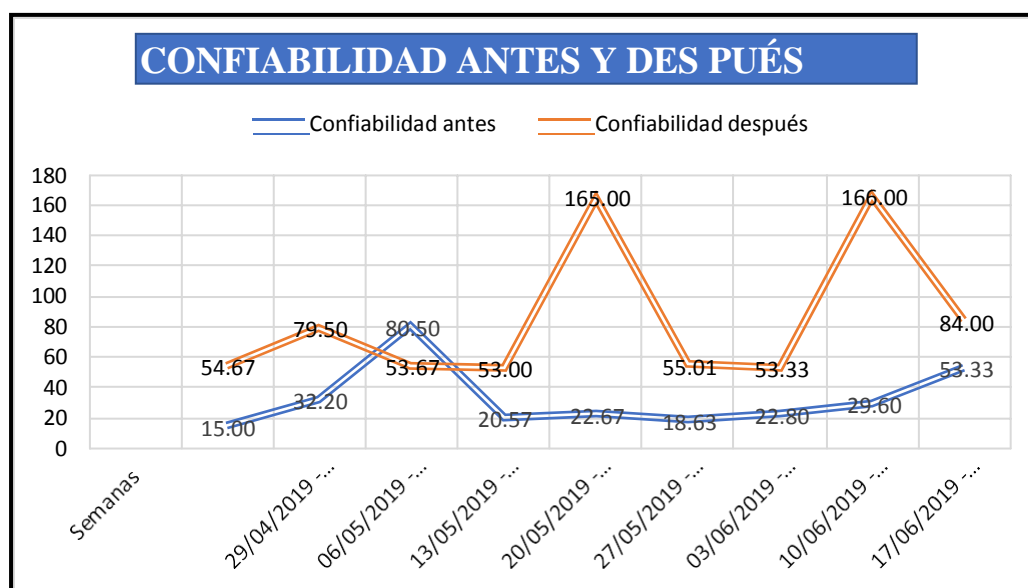


Figura 56. Confiabilidad antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 81 y *Figura 56* se aprecia los resultados de 9 semanas de confiabilidad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo, se muestra un incremento al

obtener la media de la confiabilidad antes de la implementación es 32.81 quiere decir que cada 32.81 horas se genera una parada, después es 84.91 quiere decir que cada 84.91 horas se genera una parada.

Dimensión: Disponibilidad

Tabla 82. Disponibilidad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo

Semanas	Disponibilidad antes (%)	Semanas	Disponibilidad después (%)
29/04/2019 - 05/05/2019	60.00	02/09/2019 - 08/09/2019	97.57
06/05/2019 - 12/05/2019	95.65	09/09/2019 - 15/09/2019	94.34
13/05/2019 - 19/05/2019	95.65	16/09/2019 - 22/09/2019	95.66
20/05/2019 - 26/05/2019	83.35	23/09/2019 - 29/09/2019	94.34
27/05/2019 - 02/06/2019	76.49	30/09/2019 - 06/10/2019	98.18
03/06/2019 - 09/06/2019	87.22	07/10/2019 - 13/10/2019	98.20
10/06/2019 - 16/06/2019	52.63	14/10/2019 - 20/10/2019	94.99
17/06/2019 - 23/06/2019	86.49	21/10/2019 - 27/10/2019	98.80
24/06/2019 - 30/06/2019	94.99	28/10/2019 - 03/11/2019	96.77

Fuente: Elaboración propia.

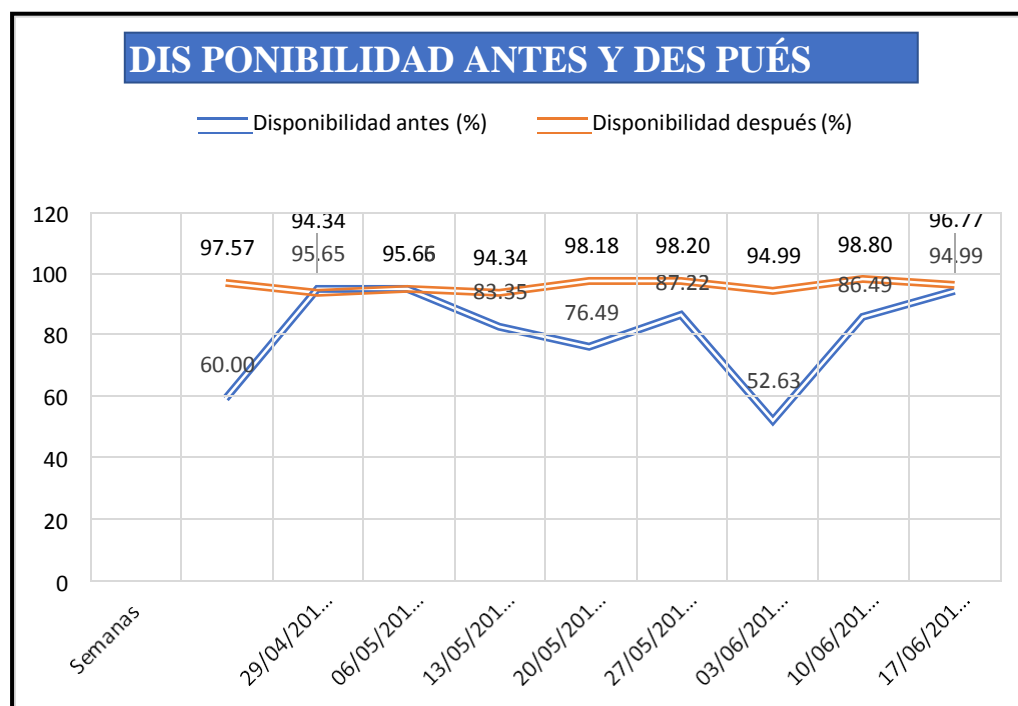


Figura 57. Disponibilidad antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 82 y *Figura 57* se aprecia los resultados durante 9 semanas del indicador de disponibilidad de las máquinas del proceso de molienda y tamizado antes y después de la

implementación del mantenimiento preventivo, mostrando un incremento de la media del indicador de disponibilidad antes es 81.39% y después es 96.54%.

3.1.2. Variable dependiente: Productividad

Dimensión: Eficiencia

Tabla 83. Eficiencia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo

Semanas	Eficiencia antes (%)	Semanas	Eficiencia después (%)
29/04/2019 - 05/05/2019	71.43	02/09/2019 - 08/09/2019	97.62
06/05/2019 - 12/05/2019	95.83	09/09/2019 - 15/09/2019	94.64
13/05/2019 - 19/05/2019	95.83	16/09/2019 - 22/09/2019	95.83
20/05/2019 - 26/05/2019	85.71	23/09/2019 - 29/09/2019	94.64
27/05/2019 - 02/06/2019	80.95	30/09/2019 - 06/10/2019	98.21
03/06/2019 - 09/06/2019	88.69	07/10/2019 - 13/10/2019	98.23
10/06/2019 - 16/06/2019	67.86	14/10/2019 - 20/10/2019	95.24
17/06/2019 - 23/06/2019	88.10	21/10/2019 - 27/10/2019	98.81
24/06/2019 - 30/06/2019	95.24	28/10/2019 - 03/11/2019	96.88

Fuente: Elaboración propia.

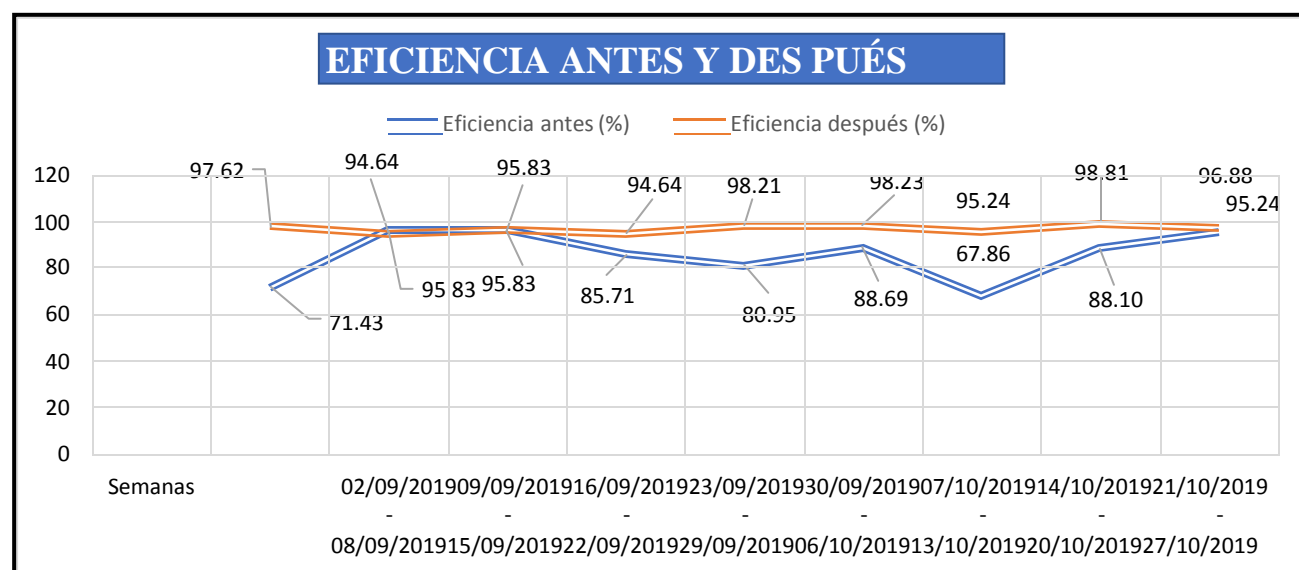


Figura 58. Eficiencia antes y después

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 83 y *Figura 58* se aprecia el incremento de la eficiencia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo. La media antes es 85.52%, después es 96.68%, lo cual muestra un incremento del 13.05%.

Dimensión: Eficacia

Tabla 84. Eficacia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo

Semanas	Eficacia antes (%)	Semanas	Eficacia después (%)
29/04/2019 - 05/05/2019	50.19	02/09/2019 - 08/09/2019	93.28
06/05/2019 - 12/05/2019	92.07	09/09/2019 - 15/09/2019	90.53
13/05/2019 - 19/05/2019	87.65	16/09/2019 - 22/09/2019	91.32
20/05/2019 - 26/05/2019	81.65	23/09/2019 - 29/09/2019	96.32
27/05/2019 - 02/06/2019	79.66	30/09/2019 - 06/10/2019	95.61
03/06/2019 - 09/06/2019	84.48	07/10/2019 - 13/10/2019	93.35
10/06/2019 - 16/06/2019	65.24	14/10/2019 - 20/10/2019	91.29
17/06/2019 - 23/06/2019	82.44	21/10/2019 - 27/10/2019	80.71
24/06/2019 - 30/06/2019	89.36	28/10/2019 - 03/11/2019	91.52

Fuente: Elaboración propia.

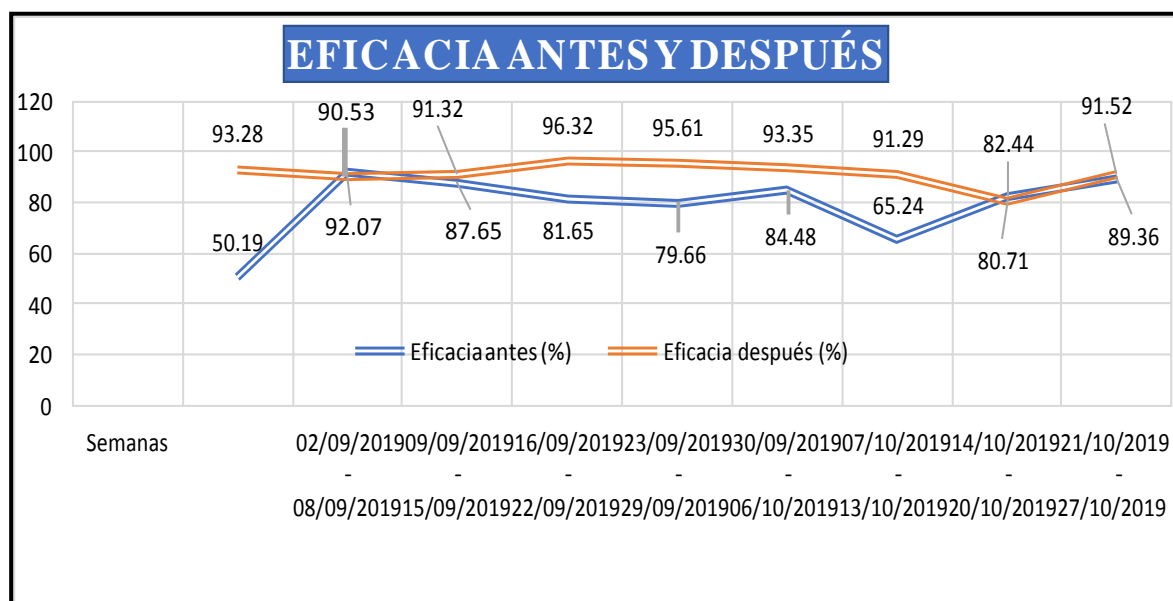


Figura 59. Eficacia antes y después

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 84 y *Figura 59* se aprecia la eficacia antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo en el proceso de molienda y tamizado. La media antes es 79.19% y después es 91.55%. Esto nos muestra un aumento del 15.61%.

Variable: Productividad

Tabla 85. Productividad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo

Semanas	Productividades (%)	Semanas	Productividad después (%)
29/04/2019 - 05/05/2019	35.85	02/09/2019 - 08/09/2019	91.06
06/05/2019 - 12/05/2019	88.23	09/09/2019 - 15/09/2019	85.68
13/05/2019 - 19/05/2019	83.99	16/09/2019 - 22/09/2019	87.51
20/05/2019 - 26/05/2019	69.98	23/09/2019 - 29/09/2019	91.16
27/05/2019 - 02/06/2019	64.48	30/09/2019 - 06/10/2019	93.90
03/06/2019 - 09/06/2019	74.93	07/10/2019 - 13/10/2019	91.70
10/06/2019 - 16/06/2019	44.27	14/10/2019 - 20/10/2019	86.94
17/06/2019 - 23/06/2019	72.63	21/10/2019 - 27/10/2019	79.75
24/06/2019 - 30/06/2019	85.11	28/10/2019 - 03/11/2019	88.66

Fuente: Elaboración propia.

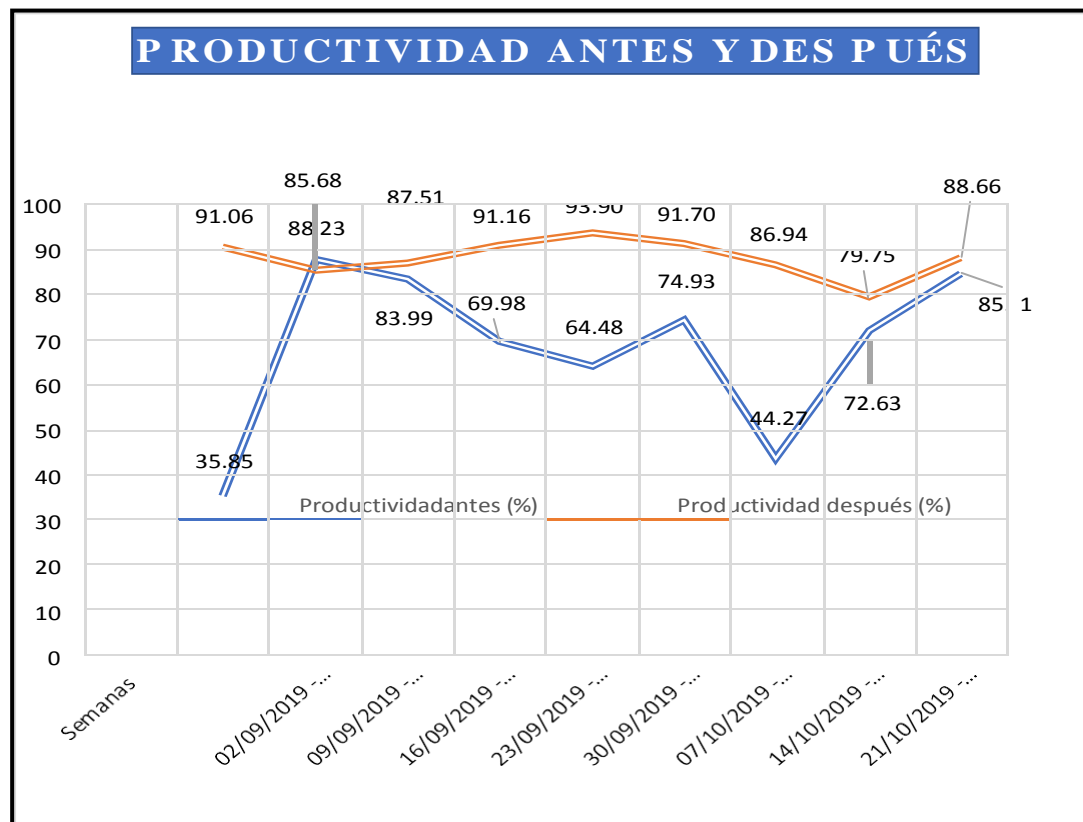


Figura 60. Productividad antes y después

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 85 y *Figura 60* se muestra la productividad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo. Antes es 68.83% y después es 88.48, nos muestra un incremento del 28.55%.

3.2 Análisis inferencial

Para contrastar la hipótesis general, es necesario determinar si los datos obtenidos de la variable productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para ende, dado que es una muestra menor a 30 y por el criterio mostrado en la Tabla 85, se procederá a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo Shappiro Wilk.

Tabla 86. Tipos de muestra

Tipo de muestra	Descripción	Estadígrafo a usar
Muestra grande	Cantidad de datos mayores a 30	Kolmogorov Smirnov
Muestra pequeña	Cantidad de datos menores a 30	Shappiro Wilk

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Análisis de la hipótesis general

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Regla de decisión:

Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 87. Prueba de normalidad de la productividad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes (%)	0.890	9	0.199
Productividad después (%)	0.931	9	0.489
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 87 se aprecia la productividad antes de la implementación del mantenimiento preventivo registra una significancia de la prueba de 0.199 o 19.9%, valor que es superior al 5% del nivel de significancia, por lo que se puede afirmar que dichos datos presentan distribución normal, es decir, será necesario realizar pruebas paramétricas. Por otro lado, la significancia de la prueba de la productividad después de dicha implementación es 0.489,

valor que es superior al 0.05 del nivel de significancia, por lo que se puede asegurar que dichos datos presentan distribución paramétrica. Por lo tanto, al contar con datos paramétricos, se tendrá que aplicar el estadígrafo T-Student.

Tabla 88. Criterio de selección del estadígrafo

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T-Student
Paramétrico	No paramétrico	Wilconxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilconxon

Fuente: Elaboración propia.

Por ende, para determinar la mejora de la productividad de las máquinas del proceso de molienda y tamizado de harina de trigo, se tendrá que realizar el análisis del estadígrafo de T- Student según la Tabla 88.

3.2.1.1 Hipótesis propuestas:

Hipótesis Nula:

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Hipótesis Alternativa (de Investigación):

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Dado que en el análisis anterior demostró que los comportamientos de nuestros datos son paramétricos se procederá a usar la prueba T-Student para confrontar la veracidad de nuestra hipótesis general.

3.2.1.2 Reglas de aceptación y rechazo de H_0

- $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$
- $H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 89. Contrastación de la hipótesis general con la prueba T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad antes (%)	0.6883	9	0.1814522	0.0604841
	Productividad después (%)	0.8848	9	0.0419793	0.0139931

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 89, se aprecia el resultado de la media de productividad antes es 0.6883 posee un valor menor que el resultado de la media del nivel de la productividad después 0.8848 por lo que se rechaza la hipótesis nula que nos dice que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la productividad en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

3.2.2 Hipótesis Específicas

- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.
- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

3.2.2.1 Contrastación de la hipótesis específica de eficiencia

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 90. Prueba de normalidad de la eficiencia antes y después

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes (%)	0.884	9	0.172
Eficiencia después(%)	0.899	9	0.245
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 90 se aprecia la significancia de la eficiencia antes es de 0,173 y 0,245 después de la mejora, siendo el primer y segundo valor mayor a 0.05, por lo que para la contrastación de la hipótesis específica de eficiencia se realizará la prueba de T-Student.

3.2.2.1.1 Hipótesis propuestas:

Hipótesis Nula:

H₀: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Santa María SAC, Independencia, 2019.

Hipótesis Alternativa (de Investigación):

H_a: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Santa María SAC, Independencia, 2019.

Puesto que en el análisis anterior demostró que los comportamientos de nuestros datos son paramétricos y se procederá a usar la prueba de T-Student para confrontar la veracidad de nuestra hipótesis específica de eficiencia.

Reglas de aceptación y rechazo de H₀

- **H₀:** $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$
- **H_a:** $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 91. Contrastación de la hipótesis específica de eficiencia con la prueba de T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia antes (%)	0.8552	9	0.1034	0.0345
	Eficiencia después (%)	0.9668	9	0.0163	0.0054

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 91, se puede apreciar que el resultado de la media del nivel de cumplimiento antes es 0.8552 posee un valor menor que el resultado de la media de la eficiencia después que es de 0.9668. También se puede apreciar en la Tabla 90 que el valor de significancia es mayor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula que nos dice que la implementación de

un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

3.2.2.2 Contrastación de la hipótesis específica eficacia

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 92. Prueba de normalidad dimensión de la eficacia

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes (%)	0.829	9	0.044
Eficacia después (%)	0.796	9	0.018
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 92, se puede apreciar que el valor de significancia para la eficacia el nivel es de 0,044 antes y 0,018 después de la mejora, siendo el primer valor y segundo valor menores a 0,05, por ello, para la contrastación de la hipótesis específica de eficacia se realizará la prueba de Wilconxon ya que ambos son No paramétricos.

Tabla 93. Criterio de selección del estadígrafo

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T-Student
Paramétrico	No paramétrico	Wilconxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilconxon

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.2.1 Hipótesis propuestas:

Hipótesis Nula:

H₀: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Hipótesis Alternativa (de Investigación):

H_a: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el proceso de molinería de la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

Dado que en el análisis anterior demostró que los comportamientos de nuestros datos son no paramétricos se procederá a usar la prueba de Wilconxon para confrontar la veracidad de nuestra hipótesis específica de eficacia.

Reglas de aceptación y rechazo de H₀

- **H₀:** $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$
- **H_a:** $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 94. Contrastación de la hipótesis específica de eficacia con la prueba Wilconxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Eficacia antes (%)	9	0.7919	0.1333	0.5019	0.9207
Eficacia después (%)	9	0.9155	0.0453	0.8071	0.9632

Fuente: Elaboración propia.

Se observa un aumento de la media, ya que antes de la mejora es de 0.7919 y después de la mejora es de 0.9155.

Tabla 95. Análisis de significancia de eficiencia con Wilconxon

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficacia después (%) - Eficacia antes (%)
Z	-2,310 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.021
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 94, se puede apreciar que el resultado de la media del nivel de cumplimiento antes es 0.7919 posee un valor menor que el resultado de la media de la eficacia después que es de 0.9155. También se puede ver en la Tabla 95 que el valor de significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, la cual nos dice que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficacia en el proceso de molienda y tamizado de harina de trigo en la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019.

IV. DISCUSIÓN

- a) Los resultados encontrados en productividad comprueban la hipótesis general de la investigación, aceptada con un nivel de significancia de la prueba es 0.489. Confiando que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en un 28.55%, ya que la media de productividad antes es 0.6883 y la media de la productividad después 0.8848. Esta afirmación es respaldada por Pinedo, Luis, en su tesis titulada: Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEFT SAC. El mantenimiento preventivo se realizó a las máquinas críticas excluyendo las máquinas no críticas. Se empleó el diagrama de Pareto, registro de fallas, costos y fórmulas de mantenimiento preventivo, formato de plan de mantenimiento y fichas técnicas. Teniendo como resultado un aumento del 6% productividad.

- b) Los resultados obtenidos en la primera hipótesis específica eficiencia se aprueba con un nivel de significancia de la prueba es 0.245. Confiando que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en un 13.05%, ya que la media antes de la mejora es de 0.8552 y después de la mejora es de 0.9668. Esta afirmación es respaldada por Cerna, Kattia y Coronel, en su tesis titulada: Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos JADA SA, utilizó formato de cotejo, ficha técnica del equipo, análisis modal de falla, efecto y criticidad. En consecuencia, se aplica el mantenimiento preventivo dando como resultado, el incremento de la eficiencia en un 18%.

- c) Los resultados con respecto a la segunda hipótesis específica eficacia se aprueba con un nivel de significancia de la prueba es 0.018. Confiando que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia en un 15.61%, ya que la media antes de la mejora es de 0.7919 y después de la mejora es de 0.9155. Esta afirmación es respaldada por Flores, Marcos, en su tesis titulada: Aplicación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de servicios industriales línea Aasted de la empresa Nestlé Perú S.A. El estudio se realizó a 03 máquinas de producción de confitería, estas máquinas generan paros no programados, falta de conocimiento técnico en mantenimiento y tiempos

muertos. Por ello se aplica el mantenimiento preventivo, análisis económico financiero y aplicación de las 5s. Logrando incrementar la eficacia en un 5.71%.

V. CONCLUSIONES

- a) Se comprobó que la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Agroindustria Santa María SAC incrementa la productividad en un 28.55%, ya que, la media antes es 68.83% y después es 88.48%. Luego al aplicar el análisis inferencial con el estadígrafo T-Student, determinando una significancia de la prueba en 0.489, con el cual se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de investigación.

- b) Se demostró que la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Agroindustria Santa María SAC incrementa la eficiencia en un 13.05%, debido que la media antes es 85.52%, después es 96.68%. Posteriormente al aplicar el análisis inferencial con el estadígrafo T-Student, determinando una significancia de la prueba es 0.245, con el cual se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de investigación.

- c) Se afirma que la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Agroindustria Santa María SAC incrementa la eficacia en un 15.61 %, debido que la media antes es de 79.19%, después es 91.55%. Posteriormente al aplicar el análisis inferencial con el estadígrafo Wilconxon, determinando una significancia de la prueba es 0.018, con el cual se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de investigación.

VI. RECOMENDACIONES

Con referencia a la implementación del plan de mantenimiento preventivo, herramienta necesaria para mejorar los procesos de molinería, aumentar la disponibilidad, confiabilidad y productividad se recomienda:

- a) La implementación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019, que la alta dirección realice una buena gestión, delimitando y organizando las funciones a los trabajadores del área, motivando, capacitando al personal para la integración en el cumplimiento de los objetivos para reducir los costos de producción y el incremento del mismo.
- b) La implementación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019, que los encargados del área de mantenimiento, deben asumir sus responsabilidades organizando a los trabajadores y formándolos para ser competentes, de la misma manera se debe controlar sus actividades tomando como guía los formatos establecidos y dándoles un buen trato.
- c) La implementación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la empresa Agroindustria Santa María SAC, Independencia, 2019, que los dueños de empresa se comprometan con la seguridad, salud de sus trabajadores, cuidado del medio ambiente y cumplir con los estándares de calidad. Aplicando esto a todas las áreas para mejora de la empresa.

REFERENCIAS

- ALBERTOS, M., 2012. *El mantenimiento industrial desde la experiencia*. Universida. España: Sevilla: s.n. ISBN 978-84-8448-664-0.
- ARBOLEDA ZÚÑIGA, J. y RUBIANO DEL CHIARO, F., 2018. Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali. *Revista de Investigación*, vol. 10, no. 2, pp. 103-117. ISSN 2011-639X. DOI 10.29097/2011-639x.85.
- BERNAL, C., 2013. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- BONILLA, E., 2014. La importancia de la productividad como componente de la competitividad. *Fundación Universidad de América*,
- C., A.Y., 2018. Banco Central. *MANUAL DE DERECHO ECONOMICO*. S.l.: s.n.,
- CAO, X., GUO, C., XIONG, H., LI, D. y HUANG, X., 2019. A preventive maintenance model subject to sequential inspection for a three-stage failure process. *International Journal of Performability Engineering*, vol. 15, no. 1, pp. 76-87. ISSN 09731318. DOI 10.23940/ijpe.19.01.p8.7687.
- CARRO, ROBERTO & GÓNZALEZ, D., 2012. Estrategia de producción y operaciones. *Revista de la Ingeniería Industrial*,
- CERNA, KATTIA Y CORONEL, O., 2018. *Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos*, JADA S.A., 2018. S.l.: s.n.
- CHEN, Z., XIA, T. y PAN, E., 2017. Optimal multi-level classification and preventive maintenance policy for highly reliable products. *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 8, pp. 2232-2250. ISSN 1366588X. DOI 10.1080/00207543.2016.1232497.
- CRUELLES-RUIZ DE ZADECON, J.A., 2014. Guía para la mejora de la productividad industrial. *Dyna (Spain)*, ISSN 00127361.
- ERICK LAHURA, 2017. Sistema Financiero, Informalidad y Evasión Tributaria en el Perú. *Moneda*,
- FLORES, M., 2017. *Aplicación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de servicios industriales línea Aasted de la empresa Nestlé Perú S.A Lima 2017*. S.l.: s.n.
- GARCÍA, M., 2018. *Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo*

- basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC, 2018. S.l.: s.n.*
- GESTIÓN, 2016. Producción de harina industrial en volumen crecería de 2% este año. [en línea]. Lima, 12 abril 2016. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/produccion-harina-industrial-volumen-creceria-cerca-2-ano-116899>.
- GESTIÓN, 2018. Producción mundial de trigo bajará en periodo 2018 - 2019, estima Estados Unidos. [en línea]. Lima, 11 mayo 2018. Disponible en: <https://gestion.pe/mundo/internacional/produccion-mundial-trigo-bajara-2018-2019-estima-estados-unidos-233424>.
- GUTIÉRREZ, H., 2014. *Calidad Total y Productividad*. 3era Ed. MEXICO, D.F.: s.n. ISBN 9786071503152.
- HERNÁNDEZ GRACIA, J.F., 2018. Tipos de Investigación. *Boletín Científico de la Escuela Superior de Atotonilco de Tula*, DOI 10.29057/esat.v5i9.2885.
- HERNANDEZ, R., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- HUMBERTO, J. y ROJAS, C., 2017. La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. *15 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. S.l.: s.n.,
- ICONTEC, 2017. *Harina de trigo*. 2017. S.l.: s.n.
- JIAWEN, H., ZUHUA, J. y HAITAO, L., 2017. Preventive maintenance of a batch production system under time-varying operational condition. *International Journal of Production Research*, vol. 56, no. 19, pp. 5681-5705.
- LEANDRO, D., 2015. *Gestión integral de activos físicos y mantenimiento*. Alfaomega. Argentina: Buenos Aires: s.n. ISBN 978-1609-66-6.
- LIAO, W., CHEN, M. y YANG, X., 2017. Joint optimization of preventive maintenance and production scheduling for parallel machines system. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, vol. 32, no. 1, pp. 913-923. ISSN 18758967. DOI 10.3233/JIFS-161385.
- MAGUIÑA, D., 2016. *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la*

- empresa Gloria - Huachipa 2016*. S.l.: s.n.
- MALDONADO, L.A.G., 2018. Mano de obra. 22-04-2014,
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 2016. *Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2015*. S.l.: s.n. ISBN 0026-4725.
- MONTILLA, C., 2016. *Fundamentos de mantenimiento industrial*. UTP. Colombia: Pereira: s.n. ISBN 978-958-722-238-8.
- MORA, A., 2015. *Mantenimiento planeación, ejecución y control*. 3era. Ed.A. México:C.V: s.n. ISBN 978-958-682-769-0.
- NAHMIAS, S., LENNON OLSEN, T., S, N., NAHMIAS, S., LENNON OLSEN, T. y S, N., 2015. *Production and Operations Analysis. Production and Operations Analysis*. S.l.: s.n., ISBN 0073377856.
- NIEBEL, B.W. y FREIVALDS, A., 2014. *Ingeniería industrial : Métodos , estándares y diseño del trabajo. Ingeniería industrial : Métodos , estándares y diseño del trabajo*. S.l.: s.n., ISBN 978-970-10-6962-2.
- PINEDO, L., 2018. *Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF SAC. – Chimbote 2018*. S.l.: s.n.
- RAE, 2014. *Calidad. Felipe IV, 4 - 28014 Madrid*.
- RIQUELME, M., 2017. ¿Qué son las materias primas? - Web y Empresas. [en línea]. [Consulta: 26 junio 2019]. Disponible en: <https://www.webyempresas.com/que-son-las-materias-primas/>.
- SAMPIERI, R.H., COLLADO, C.F. y LUCIO, P.B., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, H., 2019. Organización de las Naciones Unidas. *Código de derecho internacional Tomo I*. S.l.: s.n.,
- SÁNCHEZ, J.Á.L., MIERES, C.G. y VIJANDE, M.L.S., 2014. INNOVACIÓN DE SERVICIO Y CO-CREACIÓN CON LOS CLIENTES DE LA EMPRESA: EFECTOS SOBRE LOS RESULTADOS. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, ISSN 11381442. DOI 10.1016/s1138-1442(14)60025-5.
- SANTA MARÍA SAC, A., 2018. *Manual de buenas practicas de manufactura*. . S.l.: s.n.,
- SOLANO, H., 2018. Probabilidad. *Introducción a la teoría de la probabilidad*. S.l.: s.n.,
- SONMEZ, V., TESTIK, M.C. y TESTIK, O.M., 2018. Overall equipment effectiveness when production speeds and stoppage durations are uncertain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, ISSN 14333015. DOI 10.1007/s00170-017-

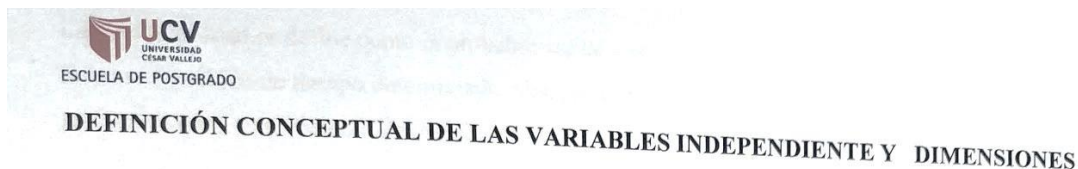
1170-8.

VELASCO, J. y CAMPINS, J., 2013. *Gestión de la producción en la empresa planificación, programación y control*. 3era Ed. España: Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya SA.). ISBN 978-84-368-2945-7.

VILCA, M., 2019. Aplicación de normas de inocuidad y calidad en el Asparagus Officinalis peruano. *Ciencia y Desarrollo*, ISSN 1994-7224. DOI 10.21503/cyd.v22i1.1736.

ANEXOS

ANEXO 1: Definición conceptual de las variables y dimensiones de la investigación del Formato de Validación – Variable Independiente.



Variable: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Conjunto de recursos físicos (tierra, capital, equipos), recursos humanos, tecnología e información, que acoplados buscan mejorar la existencia del sistema de producción disminuyendo los paros, aumentando la confiabilidad del equipo y garantizando la seguridad y un nivel de costos rentables, todo ello dentro del marco de desarrollo propio de la empresa y del país (Montilla, 2016, p.20).

Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones paródicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento provisto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación. Es decir, el mantenimiento preventivo se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos (Torres, 2015, pp. 149).

Dimensiones de las variables: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Dimensión 1 CONFIABILIDAD

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto y es frecuencia considerada un componente de ella. La calidad se define cualitativamente como la cantidad de satisfacción en cuanto a los requerimientos de los usuarios de un producto. La confiabilidad se interesa por cuánto tiempo el producto continúa en funcionamiento después de entrar en operación. Una baja calidad del producto implica disminución de su confiabilidad, de la misma manera que una calidad alta implica confiabilidad elevada (Mora, 2015, p. 95).

Dimensión 2 DISPONIBILIDAD

La probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerando incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos) (Mora, 2015, p. 67).

ANEXO 2: Definición conceptual de las variables y dimensiones de la investigación del Formato de Validación – Variable Dependiente.

La disponibilidad se define como la probabilidad de que un equipo realice las funciones requeridas en un instante o periodo de tiempo determinado, siempre que funcione y se mantenga de acuerdo con los procedimientos establecidos (Peidro, 2014).

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES DEPENDIENTE Y DIMENSIONES

Variable: PRODUCTIVIDAD

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Como señala el autor, la productividad va depender mucho de cómo se está ejecutando el desarrollo de las actividades y operaciones a lo largo de todo el proceso productivo, en el cual va repercutir mucho la manera en el que se estén utilizando los recursos de manera óptima (Gutiérrez, 2014, p.41).

Dimensiones de las variables: PRODUCTIVIDAD

Dimensión 1 EFICIENCIA

La eficiencia es un factor muy importante en el desarrollo de la productividad ya que ésta prácticamente se basa en el logro de los objetivos propuestos con la utilización óptima de los recursos. La eficiencia: es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos. Tal como señala el autor, la eficiencia es alcanzar una producción mayor con menos recursos utilizados y por ende alcanzar una mayor productividad (Gutiérrez, 2014, p. 41).

Dimensión 2 EFICACIA

La eficacia es otro factor indispensable que se encuentra presente en el desarrollo de la producción, la cual abarca el logro de los objetivos sin importar la utilización de los recursos. La eficacia es el grado en que se realizan actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados busca utilizar los recursos para el logro de los resultados planeados. Como nos muestra el autor, el desarrollo de la eficacia está dada por el cumplimiento de las metas propuestas de producción o en otras palabras solamente llegar al objetivo propuesto, en el cual no se va a tener en consideración alguna la cantidad de recursos sacrificados para llegar a la meta (Gutiérrez, 2014, p. 20).

ANEXO 3: Fichas de Validación de la Matriz de Operacionalización de las Variables



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Confiabilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Co = \frac{TF}{NP}$ <p>Co = Confiabilidad TF = Tiempo funcionamiento (Horas) NP = Número de paradas</p>	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2 Disponibilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100\%$ <p>D = Disponibilidad MTBF = Tiempo medio entre fallos MTTR = Tiempo medio para reparar</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: *Jorge Malperbida G.*

DNI: *10400346*

Especialidad del validador:

Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

29 de 10 del 2019

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Efi = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ <p>Efi = Eficiencia TU = Tiempo Útil (Horas) TT = Tiempo total</p>	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$Efa = \frac{PO}{PP} \times 100\%$ <p>Efa = Eficacia PO = Producción obtenida (Kg) PP = Producción programada (Kg)</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: *Jorge Malperbida G.*

DNI: *10400346*

Especialidad del validador:

Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

29 de 10 del 2019

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Confiabilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Co = \frac{TF}{NP}$ <p>Co = Confiabilidad TF = Tiempo funcionamiento(Horas) NP = Número de paradas</p>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Disponibilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100\%$ <p>D = Disponibilidad MTBF = Tiempo medio entre fallos MTTR = Tiempo medio para reparar</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Guido Trujillo Valdovinos

DNI: 25570339

Especialidad del validador: Ing. Meteorología y Estadística

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

29 de 10 del 2019

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Ef = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ <p>Ef = Eficacia TU = Tiempo Útil (Horas) TT = Tiempo total</p>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$Efa = \frac{PO}{PP} \times 100\%$ <p>Efa = Eficacia PO = Producción obtenida(Kg) PP = Producción programada(Kg)</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Guido Trujillo Valdovinos

DNI: 25570339

Especialidad del validador: Ing. Meteorología y Estadística

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

29 de 10 del 2019

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Confiabilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Co = \frac{TF}{NP}$ <p>Co = Confiabilidad TF = Tiempo funcionamiento(Horas) NP = Número de paradas</p>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Disponibilidad	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100\%$ <p>D = Disponibilidad MTBF = Tiempo medio entre fallos MTTR = Tiempo medio para reparar</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SÍ HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: George Rinao Caspuez DNI: 43081598

Especialidad del validador: ING. ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

29 de 10 del 20 19

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		sugerencia
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	sí	no	sí	no	sí	no	
1	$Efi = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ <p>Efi = Eficacia TU = Tiempo Útil (Horas) TT = Tiempo total</p>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	sí	no	sí	no	sí	no	
2	$Efa = \frac{PO}{PP} \times 100\%$ <p>Efa = Eficacia PO = Producción obtenida(Kg) PP = Producción programada(Kg)</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SÍ HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: George Rinao Caspuez DNI: 43081598

Especialidad del validador: ING. ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

29 de 10 del 20 19

Firma del Experto Informante.

CUESTIONARIO

Evaluando a los trabajadores según su conocimiento en mantenimiento preventivo.

Objetivo: en base al cuestionario se busca conocer su nivel de conocimiento de los trabajadores AGROINDUSTRIA SANTA MARIA SAC. en relato al Mantenimiento Preventivo.

Nombre del Colaborador:

.....Fecha:/...../.....

1.- ¿Ud. ¿Tiene conocimiento acerca de Mantenimiento Preventivo?

a). si b). no

2.- Ud. ¿A trabajado en otras empresas con presencia de máquinas?
a). Siempre b). casi siempre c). algunas veces d). nunca

3.- Ud. ¿Recibe capacitaciones en relato a mantenimiento de máquinas y equipos?

a). Siempre b). casi siempre c). algunas veces d). nunca

4.- Ud. ¿Cuántas capacitaciones recibió y/o recibe en un año?

a). 1 al año b). 2 al año c). 3 al año d). Nunca

5.- Ud. ¿Sabe hablar inglés u otro idioma?

a). 1 idioma b). 2 idiomas c). 3 idiomas d). Quechua, Nativo.

6.- Ud. ¿Tiene algún conocimiento en temas de seguridad Básica?
a). si b). no

7.- Ud. Cuenta con conocimientos en primeros auxilios?

a). si b). no

8.- Ud. ¿Recibió una inducción al integrarse a la empresa Agroindustria Santa María SAC?
¿Del uso de sus máquinas y equipos existentes?

a). si b). no

10.- Ud. ¿sabe cómo actuar en caso de tener un caso de fallas o paradas de máquinas de manera fortuita?

CUESTIONARIO

Evaluando a los trabajadores según su conocimiento en mantenimiento preventivo.

Objetivo: en base al cuestionario se busca conocer su nivel de conocimiento de los trabajadores AGROINDUSTRIA SANTA MARIA SAC. en relato al Mantenimiento Preventivo.

Nombre del Colaborador: John Aylos Loupa **Fecha:** 25/05/19

1.- Ud. ¿Tiene conocimiento acerca de Mantenimiento Preventivo?

- a). ☒ sí b). no

2.- Ud. ¿A trabajado en otras empresas con presencia de máquinas?

- a). Siempre ☒ b). casi siempre c). algunas veces d). nunca

3.- Ud. ¿Recibe capacitaciones en relato a mantenimiento de máquinas y equipos?

- a). Siempre b). casi siempre c). algunas veces ☒ d). nunca

4.- Ud. ¿Cuántas capacitaciones recibió y/o recibe en un año?

- a). 1 al año b). 2 al año c). 3 al año d). 4 al año ☒ nunca

5.- Ud. ¿Sabe hablar inglés u otro idioma?

- ☒ a). 1 idioma b). 2 idiomas c). 3 idiomas d). Quechua, Nativo.

6.- Ud. ¿Tiene algún conocimiento en temas de seguridad Básica?

- ☒ a). sí b). no

7.- Ud. Cuenta con conocimientos en primeros auxilios?

- ☒ a). sí b). no

8.- Ud. ¿Recibió una inducción al integrarse a la empresa Agroindustria Santa María SAC? ¿Del uso de sus máquinas y equipos existentes?

- a). Siempre b). casi siempre c). algunas veces ☒ d). nunca

9.- Ud. ¿Recibió y leyó el manual de las maquinas existentes en Agroindustria Santa María SAC?

- a). ☒ sí b). no

10.- Ud. ¿sabe cómo actuar en caso de tener un caso de fallas o paradas de máquinas de manera fortuita?

- a). ☒ sí b). no

ANEXO 5: Constancia de autorización por parte del Gerente de Operaciones de la empresa Agroindustria Santa María SAC.




ANEXO 6: Registro de asistencia de charla y capacitación del personal de mantenimiento y producción de la empresa Agroindustria Santa María SAC.

GRANO DE ORO		Registro de asistencia a Charlas		Agroindustria Santa María SAC	
Temas		Importancia del mantenimiento preventivo			
		Actividades para su implementación			
Fecha:		06/07/19			
hora de inicio:				Hora de término:	
Datos de los participantes					
Nº	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma		
1	John Dylos Lampa	MANT. MECANICO	[Firma]		
2	Raúl. Sanchez	Aux. Molino	[Firma]		
3	Joaquín Avila P.	Tec. Man.	[Firma]		
4	WUO ANCCO Q.	JEFE PROD.	[Firma]		
5	Hector Salas Rojas	AUX. MOLINO	[Firma]		
6	Larry Romero Anaya	AUX. MOLINO	[Firma]		
7	WILMER TORRES SUAREZ	AUX. MOLINO	[Firma]		
8	Yazara Ruíz Erazo Eduardo	AUX MOLINO	[Firma]		
9	Servon yahuacani shon A.	AUX MOLINO	[Firma]		
10	SEGUNDO LUCAS	MOLINO	[Firma]		
11	Alfredo. Fierpe P. P.	MOLINO	[Firma]		
12	JOHE F. LEON QUISPIURU	MOLINO	[Firma]		
13					
14					

GRANO DE ORO		Registro de asistencia a capacitaciones		Agroindustria Santa María SAC	
Temas		Mantenimiento Preventivo			
		Procedimientos de engrase a máquinas			
Fecha:		27/07/2019			
hora de inicio:				Hora de término:	
Datos de los participantes					
Nº	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma		
1	John Dylos Lampa	MANT. MECANICO	[Firma]		
2	Raúl. Sanchez	Aux. Molino	[Firma]		
3	WILMER TORRES S	AUX MOLINO	[Firma]		
4	JOHE F. LEON QUISPIURU	AUX MOLINO	[Firma]		
5	Joaquín Avila P.	Tec. Man. mec.	[Firma]		
6	Yazara Ruíz Erazo Eduardo	AUX MOLINO	[Firma]		
7	Larry Romero Anaya	AUX MOLINO	[Firma]		
8	Hector Salas Rojas	AUX MOLINO	[Firma]		
9	WUO ANCCO Q.	JEFE PROD.	[Firma]		
10	Servon yahuacani shon A.	AUX MOLINO	[Firma]		
11	SEGUNDO LUCAS	MOLINO	[Firma]		
12	Alfredo. Fierpe P. P.	MOLINO	[Firma]		
13					
14					

ANEXO 7: Formato de orden de trabajo

		Área de mantenimiento					
		Orden de trabajo de mantenimiento					
Orden de trabajo N°				Fecha:			
Máquina				Ubicación	Planta:		
Mantenimiento	Preventivo		Correctivo	Problema			
Prioridad	Alta	Media	Baja		Mecánico	Eléctrico	Otros
Fecha de inicio:		Hora:		Fecha de término:		Hora:	
Descripción general del trabajo			Costos de mantenimiento				
			Mano de obra		Repuestos		
			Horas	Costo S/.	Descripción	Unidad	Costo S/
Total							
Observaciones							
Ejecutado por:			Firma:	Agroindustria Santa María			

ANEXO 8: Ficha técnica de las máquinas del proceso de molienda y tamizado

	FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		CÓDIGO: MTO PREV-01	
			VERSIÓN: 01	
			REVISIÓN: 01	
			FECHA: JULIO 2019	
REALIZADO POR:		Cajas Ambrocio, Walter		Fecha: Julio de 2019
MÁQUINA-EQUIPO		TERMINADORA		UBICACIÓN
FABRICANTE		SANGAT BERGA S.A		HARINA
MODELO		SYNTHESIS		SECCIÓN
MARCA				MOLINO (TERCER PISO)
		CODIGO INVENTARIO		TM71
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad: Potencia: 0.2 kW Velocidad: 3600 RPM 				
FUNCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> El banco de molino moltura el producto(trigo) que ingresa después del acondicionado reduciendo su tamaño a través de un rodillo/ estriado. 				
MANTENIMIENTO: 1 ANUAL				
LUBRICACIÓN: 3 MESES				

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		CÓDIGO: MTO PREV-01 VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01 FECHA: JULIO 2019	
REALIZADO POR:		Cajas Ambrocio, Walter		Fecha: jul-19	
MAQUINA-EQUIPO	PLANSIFTER	UBICACIÓN	HARINA		
FABRICANTE	CREMONA ITALIA	SECCIÓN	MOLINO (CUARTO - PISO)		
MODELO	OCRIM	CODIGO INVENTARIO	P1		
MARCA	SYNTHESIS				
CARACTERISTICAS TÉCNICAS <ul style="list-style-type: none"> · Capacidad: · Potencia: 0.2kW · Velocidad: 3600RPM 					
FUNCION El Plansifter se utiliza en la molinería de granos para cerner y controlar grano triturado, harina, salvado y productos intermedios de molinería, así como para clasificar por tamaños productos harinosos, sémolas, etc.					
FRECUENCIA: MANTENIMIENTO: 1 ANUAL LUBRICACIÓN: 3 MESES					

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		CODIGO: MTO PREV-01 VERSION: 01 REVISION: 01 FECHA: JULIO 2019	
REALIZADO POR:		Cajas Ambrocio, Walter		Fecha: jul-19	
MAQUINA-EQUIPO	SASOR	UBICACIÓN	HARINA		
FABRICANTE	SANGAT BERGA S.A	SECCIÓN	MOLINO (TERCER PISO)		
MODELO	SYNT125/25	CODIGO INVENTARIO	S1A / S1B		
MARCA	SYNTHESIS				
CARACTERISTICAS TÉCNICAS <ul style="list-style-type: none"> · Capacidad: · Potencia: 0.2kW · Velocidad: 3600RPM 					
FUNCION * El sasor se utiliza para limpiar y clasificar sémolas y semolinas en los molinos de durum, trigo y maíz. Puromat garantiza sémolas limpias y de gran calidad como producto intermedio o final.					
FRECUENCIA: MANTENIMIENTO: 1 ANUAL LUBRICACIÓN: 3 MESES					

